

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**STEM NO ENSINO DA TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA. UM  
ESTUDO COM ALUNOS DO 9.º ANO**

**INÊS ALEXANDRA LOURENÇO TOMÉ**

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

Área de especialidade Didática das Ciências

Dissertação Orientada pela Prof.<sup>a</sup> Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista

2021



**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**STEM NO ENSINO DA TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA. UM  
ESTUDO COM ALUNOS DO 9.º ANO**

**INÊS ALEXANDRA LOURENÇO TOMÉ**

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

Área de especialidade Didática das Ciências

Dissertação Orientada pela Prof.<sup>a</sup> Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista

2021

## **AGRADECIMENTOS**

Começo por agradecer à Professora Doutora Ana Maria Freire, pois foi com a motivação que me deu que tudo começou. Em 2005, depois de ter sido sua aluna na Licenciatura e ter sido minha orientadora de estágio, incentivou-me a iniciar o Mestrado na área da Educação. Com o início da minha carreira como docente, não foi fácil encontrar tempo para conseguir concluir o que me propus em 2006, um estudo orientado pela Professora Doutora Ana Freire sobre a utilização do portefólio nas aulas de Ciências Físico-Químicas. Há três anos reencontrei uma colega de curso, a Professora Doutora Mónica Baptista, que consigo trazia uma mensagem da Professora Doutora Ana Freire - terminar o que iniciei e que estaria disponível. Fiquei a pensar no assunto, mas o tempo passa. No ano letivo de 2019/2020, infelizmente tive de parar uns meses o ensino. Uma vez que a Professora Doutora Ana Freire se tinha aposentado, nesta paragem decidi procurar a Professora Doutora Mónica Baptista, que se disponibilizou imediatamente para orientar o meu trabalho de investigação, a quem agradeço muito toda a motivação e dedicação que me deu ao longo deste trabalho. Mesmo ainda tendo interesse pela utilização dos portefólios, achei que seria atual e menos investigado o tema proposto pela Professora Doutora Mónica Baptista, abordagem STEM.

Quero agradecer também a todos os meus colegas de departamento pelo trabalho colaborativo que temos desenvolvido no Externato, que nos tem levado sempre a procurar saber mais. Agradeço em especial à minha colega Ana Carla Miranda por trabalhar sempre comigo, estar sempre disponível para discutir estratégias e por me acompanhar em todo o trabalho. Agradeço ao Diretor Pedagógico Padre Carlos Silva por aceitar desde o primeiro momento a realização desta investigação no Externato de Penafirme, assim como aos alunos de 9.º ano que estiveram disponíveis para participar no estudo.

Agradeço à “Família do Coração” e a todos os outros amigos que me incentivaram a realizar este trabalho. Agradeço também ao meu irmão que está sempre presente.

Agradeço ao meu marido, ao Rodrigo e ao Diogo por perceberem, que por vezes, estou ausente para poder concluir esta tarefa. À Sara, que ficará nos nossos corações para sempre e foi muito importante, pois foi a paragem que me levou a concluir esta tarefa.

## RESUMO

Com este estudo pretendeu-se conhecer a influência de uma abordagem STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), para o ensino do tema Transformação de energia, no desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos, na realização de aprendizagens sobre o tema e na mudança de atitudes e motivação pela Ciência. No âmbito desta problemática surgiram as seguintes questões orientadoras da investigação: Qual é a evolução nas estruturas cognitivas dos alunos após a realização da tarefa STEM? Que aprendizagens sobre a Transformação de energia realizam os alunos com a implementação da tarefa STEM? Que mudanças ocorrem na atitude e motivação dos alunos pela Ciência, decorrentes da tarefa STEM sobre a Transformação de energia? Para atingir as finalidades do estudo utilizou-se uma metodologia mista, com recolha de dados qualitativos e quantitativos. Usou-se como estratégia de investigação um estudo sobre a própria prática. Participaram neste estudo 31 alunos de uma turma de 9.º ano de escolaridade de uma escola do Distrito de Lisboa, Concelho de Torres Vedras. Este estudo insere-se no âmbito do projeto de investigação “Let’s GoSTEM”, financiado pela FCT (PTDC/CED-EDG/31480/2017). Para a concretização desta investigação, aplicou-se em sala de aula uma tarefa elaborada de acordo com abordagem STEM. Para ajudar a compreender a evolução das estruturas cognitivas dos alunos e as suas aprendizagens neste tema, aplicou-se um teste de associação de palavras, WAT (*Word Association Test*), antes e após a realização da tarefa STEM, analisaram-se os registos efetuados pelos alunos durante a realização da tarefa e realizou-se ainda uma entrevista em grupo focado. Para verificar a mudança de atitude e motivação dos alunos em relação à disciplina de Físico-Química foi aplicado um questionário no início e no final do estudo. No processo de análise, os dados foram codificados e categorizados. Os resultados revelaram que durante a realização da tarefa STEM houve uma evolução nas estruturas cognitivas dos alunos, adquiriram as aprendizagens preconizadas nas metas curriculares e houve um maior envolvimento dos alunos. Assim a abordagem STEM para o tema Transformação de energia pode ter contribuído a nível de construção do conhecimento, das aprendizagens e a nível emocional.

**Palavras Chave:** Abordagem STEM, Estruturas cognitivas, Aprendizagens STEM, Atitudes, Motivação

## ABSTRACT

This study aims to know the influence of a STEM approach (Science, Technology, Engineering and Mathematics), for the teaching of the topic energy transformation, in the development of students' cognitive structures, in the learning of the subject and in the change in their attitudes and motivation by Science. Under this problematic issue, the following research guiding questions emerged: What is the evolution in the students' cognitive structures after the completion of the STEM task? What do students learn about energy transformation with the implementation of the STEM task? What changes occur in the students' attitude and motivation towards Science, resulting from the STEM task on energy transformation? To achieve the purposes of the study a mixed methodology was used, collecting qualitative and quantitative data. A study on the practice itself was used as an investigation strategy. 31 students from a 9th grade class from a school in the District of Lisbon, Torres Vedras municipality, participated in this study. This study is part of the research project “Let’s GoSTEM”, funded by FCT (PTDC / CED-EDG / 31480/2017). In order to carry out this investigation, a practical activity developed in accordance with the STEM approach, was applied in the classroom. To help understand the evolution of students' cognitive structures and their learning on this topic, a word association test, WAT (Word Association Test), was applied before and after the STEM task, the records made by the students during the task were observed and a focused group interview was also carried out. To verify the change in attitude and motivation of the students regarding the subject Physics and Chemistry, a questionnaire was applied at the beginning and at the end of the study. In the analysis process, the data were coded and categorized. The results revealed that during the performance of the STEM task there was an evolution in the students' cognitive structures, they acquired the learning recommended in the curricular goals and there was a greater involvement of the students. Thus, the STEM approach to the topic of Energy Transformation may have contributed in what concerns the construction of knowledge, learning as well as at an emotional level.

**Key-words:** STEM Approach, Cognitive Structures, STEM Learning, Attitudes, Motivation

## ÍNDICE GERAL

Índice de Quadros	vii
Índice de Figuras	ix
<b>CAPÍTULO 1      INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
Contextualização do problema	1
Motivações para o estudo	4
Organização do estudo	5
<b>CAPÍTULO 2      ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
Abordagem STEM	6
<i>Context-based learning</i>	12
<i>Inquiry</i>	13
<i>Design (Engenharia)</i>	15
Atitudes e motivação dos alunos pela Ciência	17
<b>CAPÍTULO 3      PROPOSTA DIDÁTICA</b>	<b>21</b>
Enquadramento Curricular	21
Descrição da atividade	22
Realização da atividade	23
<b>CAPÍTULO 4      METODOLOGIA</b>	<b>27</b>
Fundamentação Metodológica	27
Participantes	31
Recolha de dados	33

WAT	33
<i>Entrevista</i>	35
<i>Análise documental</i>	36
<i>Questionários</i>	36
Análise de dados	37
<b>CAPÍTULO 5      RESULTADOS</b>	<b>42</b>
Evolução das estruturas cognitivas dos alunos	42
Aprendizagens realizadas pelos alunos	52
Mudanças na atitude e motivação dos alunos face à Ciência	58
<i>Estímulo face à disciplina de Físico-Química</i>	58
<i>Entusiasmo face ao trabalho desenvolvido na disciplina de Físico-Química</i>	62
<i>Perceção dos resultados na disciplina de Físico-Química</i>	66
<i>Perspetiva da aplicação futura da disciplina de Físico-Química</i>	69
<b>CAPÍTULO 6      DISCUSSÃO DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO ESTUDO</b>	<b>74</b>
Discussão dos resultados	75
Conclusões do estudo	77
Implicações do estudo	79
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>89</b>
Apêndice A - Atividade STEM	90
Apêndice B - Autorização para a participação no estudo	95



Apêndice C - WAT	99
Apêndice D - Guião da entrevista em grupo focado	111
Apêndice E - Autorização para a entrevista	113
Apêndice F - Questionário	115
Apêndice G - Registos dos alunos / Fotografias dos Protótipos construídos	123

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1. <i>Metas curriculares, presentes na atividade, em cada uma das áreas STEM</i>	23
Quadro 3.2. <i>Data para o desenvolvimento de cada etapa da atividade e a duração para cada uma delas</i>	24
Quadro 4.1. <i>Distribuição das mães e dos pais por habilitações literárias</i>	33
Quadro 4.2. <i>Distribuição das questões do questionário pelas categorias analisadas</i>	40
Quadro 5.1. <i>Tabela de frequências WAT pré-teste e pós-teste</i>	43
Quadro 5.2. <i>Tabela com o número de respostas diferentes por palavra estímulo no pré-teste (M1) e no pós-teste (M2)</i>	44
Quadro 5.3. <i>Mapa das Estruturas Cognitivas dos alunos no pré-teste (M1)</i>	45
Quadro 5.4. <i>Mapa das Estruturas Cognitivas dos alunos no pós-teste (M2)</i>	49
Quadro 5.5. <i>Análise gráfica da Q8 (Percurso) – “Eu gosto das minhas aulas de Ciências?”</i>	58
Quadro 5.6. <i>Análise gráfica da Q4 – “Nos dias em que há Ciências Físico-Químicas tenho mais vontade de ir à Escola?”</i>	59
Quadro 5.7. <i>Análise gráfica da Q10 – “A expressão “Ciências Físico-Químicas” provoca-me uma sensação desagradável?”</i>	59
Quadro 5.8. <i>Análise gráfica da Q23 – “Resolver problemas de Ciências Físico-Químicas desanima-me?”</i>	60
Quadro 5.9. <i>Análise gráfica da Q24 – “A disciplina de Ciências Físico-Químicas irrita-me?”</i>	61
Quadro 5.10. <i>Análise gráfica da Q4 (Percurso) – “Eu tento dar o meu melhor nas aulas de Ciências?”</i>	61
Quadro 5.11. <i>Análise gráfica da Q1 – “Divirto-me a estudar Ciências Físico-Químicas?”</i>	62

Quadro 5.12. <i>Análise gráfica da Q2 (Percurso) – “Eu consigo fazer os trabalhos de casa de Ciências?”</i>	63
Quadro 5.13. <i>Análise gráfica da Q7 – “Estudar Ciências Físico-Químicas dá-me alegria?”</i>	63
Quadro 5.14. <i>Análise gráfica da Q16 – “Gosto de estudar Ciências Físico-Químicas?”</i>	64
Quadro 5.15. <i>Análise gráfica da Q21 – “Realizo as atividades de Ciências Físico-Químicas com facilidade?”</i>	64
Quadro 5.16. <i>Análise gráfica da Q9 – “Acho que estudar Ciências Físico-Químicas é perda de tempo?”</i>	65
Quadro 5.17. <i>Análise gráfica da Q22 – “Seria bom deixar de estudar Ciências Físico-Químicas?”</i>	65
Quadro 5.18. <i>Análise gráfica da Q3 – “Consigo ter bons resultados sem dificuldades a Ciências Físico-Químicas?”</i>	66
Quadro 5.19. <i>Análise gráfica da Q1 (Percurso) – “Eu consigo ter boas notas a Ciências?”</i>	67
Quadro 5.20. <i>Análise gráfica da Q13 – “Para mim é fácil ser bom/a aluno/a a Ciências Físico-Químicas?”</i>	67
Quadro 5.21. <i>Análise gráfica da Q6 – “Para mim Ciências Físico-Químicas é uma disciplina difícil?”</i>	68
Quadro 5.22. <i>Análise gráfica da Q11 – “Percebo a aplicação prática das Ciências Físico-Químicas?”</i>	69
Quadro 5.23. <i>Análise gráfica da Q14 – “Sinto que resolver as atividades de Ciências Físico-Químicas é útil para a vida?”</i>	70
Quadro 5.24. <i>Análise gráfica da Q17 – “Penso que as Ciências Físico-Químicas são úteis no dia-a-dia?”</i>	71
Quadro 5.25. <i>Análise gráfica da Q5 (Percurso) – “Ter sucesso em Ciências irá ajudar-me na minha futura carreira?”</i>	72
Quadro 5.26. <i>Análise gráfica da Q33 (Percurso) – “Uma carreira na área de Ciências iria permitir-me trabalhar em equipa?”</i>	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1.</i> Referencial teórico para práticas de integração STEM no ensino	12
<i>Figura 2.2.</i> Interação de conteúdo e contexto na zona de aprendizagem ideal	13

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

### **CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA**

O ensino tem a responsabilidade de formar cidadãos aptos para responder às exigências da sociedade atual. Ensinar deixou de ser há muito tempo apenas a transmissão de conhecimentos. Nos finais do século XIX e princípios do século XX, com o surgimento do Movimento da Escola Nova por John Dewey, o ensino pretendia-se mais experimental, tendo o aluno importância fundamental na construção do seu próprio conhecimento. O papel do professor deveria ser de orientador, organizando e coordenando as situações de aprendizagem (Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2006).

Em diversos países, na segunda metade do século XX, houve reformas curriculares que levaram a profundas alterações nos currículos de Ciências, procurando deste modo dar oportunidade a todos os alunos de aprender Ciência. As mudanças que vão ocorrendo a nível tecnológico cada vez exigem mais que os cidadãos estejam preparados para enfrentar esta nova sociedade, compreendendo as relações que possam existir entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade. Neste sentido, o ensino das Ciências tem um papel fundamental, sendo importante que atualmente os alunos ao estudarem Ciência, adquiram, não só os conhecimentos científicos, mas também desenvolvam competências e atitudes que lhes permitam desempenhar um papel crítico e interveniente na sociedade (Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2006).

“A sociedade enfrenta atualmente novos desafios, decorrentes de uma globalização e desenvolvimento tecnológico em aceleração, tendo a escola de preparar os alunos, que serão jovens e adultos em 2030, para empregos ainda não criados, para tecnologias ainda não inventadas, para a resolução de problemas que ainda se desconhecem. Nesta incerteza quanto ao futuro, onde se vislumbra uma miríade de novas oportunidades para o desenvolvimento humano, é necessário desenvolver nos alunos competências que lhes permitam questionar os saberes estabelecidos, integrar conhecimentos emergentes, comunicar eficientemente e resolver problemas complexos. A realização de aprendizagens significativas e o desenvolvimento de competências mais

complexas pressupõem tempo para a consolidação e uma gestão integrada do conhecimento, valorizando os saberes disciplinares, mas também o trabalho interdisciplinar, a diversificação de procedimentos e instrumentos de avaliação, a promoção de capacidades de pesquisa, relação, análise, o domínio de técnicas de exposição e argumentação, a capacidade de trabalhar cooperativamente e com autonomia.” (Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho).

O ensino das Ciências tem procurado integrar tópicos e abordagens interdisciplinares nos novos currículos, mostrando a interação entre diferentes disciplinas, diferentes campos de carreira e entre pesquisa, tecnologia e sociedade (Gago, 2004). Um importante problema relacionado com o ensino de Ciências na escola, não começa apenas na sala de aula de Ciências, é a perceção da importância e relevância pessoal do ensino das Ciências, da escola em geral e o desenvolvimento de interesses pessoais, influenciados pela escola e pela sociedade (Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011). O papel da *media* é importante nessa área: os alunos têm a oportunidade de encontrar quase todas as informações que desejam na internet, muitas vezes projetadas de maneira interessante e resumida. No entanto, podem advir daqui dois problemas: (a) a escola parece ser menos importante e menos interessante para os alunos; e (b) os alunos escolhem informações unilaterais ou erradas, que nem sempre são baseadas em formação científica crítica. Para evitar esses problemas, o ensino de Ciências na escola deve esclarecer o papel especial da educação escolar, tornar a educação formal em Ciência mais autêntica e interessante, oferecer discussões críticas sobre fontes de informação e a própria informação e vincular a Ciência escolar a essas outras fontes e a futuras carreiras (Gago, 2004).

Neste sentido, a abordagem STEM pode trazer benefícios ao ensino das Ciências, visto que pretende integrar quatro áreas, Ciências (*Science*), Tecnologia (*Techonolgy*), Engenharia (*Engineering*) e Matemática (*Mathematics*). Estas áreas são importantes para o desenvolvimento de cidadãos aptos para as exigências da sociedade atual. Para que os cidadãos tomem decisões mais informadas no seu dia-a-dia, é importante que todos compreendam a ligação entre a Ciência e a Engenharia (Moore et al., 2015). O desenvolvimento eficaz dessas competências requer um sistema educacional capaz de preparar os alunos através de abordagens baseadas em problemas, usando tarefas do “mundo real” e onde o aluno tenha um papel ativo. No futuro são necessários maiores avanços no estímulo e obtenção de competências STEM nas escolas, de forma a fornecer aos indivíduos competências STEM num ambiente de trabalho multidisciplinar, criativo

e colaborativo, dando a conhecer aos alunos a realidade de uma profissão relacionada com a área STEM (Roth & Eijck, 2010; Moore et al., 2015).

A abordagem STEM é uma forma de unir o conhecimento de quatro áreas em torno da construção de algo que resolve o desafio proposto. Há uma integração das quatro áreas levando a uma aprendizagem interdisciplinar com foco na aplicação prática. Segundo Thibaut et al. (2018), uma abordagem interdisciplinar começa com um problema ou questão do mundo real e concentra-se no conteúdo e nas competências interdisciplinares, como o pensamento crítico e a resolução de problemas, em vez de conteúdo e competências específicas de cada assunto.

A abordagem STEM permite uma aprendizagem baseada no contexto, de modo a que a aprendizagem seja mais autêntica, mais interdisciplinar e relacionada. O objetivo de permitir que os alunos apliquem os seus conceitos e competências requer o destaque da relação entre conceito e contexto ou situação. Em algumas situações, os conceitos e termos da vida cotidiana são úteis; em outros contextos, apenas o conceito científico será útil para entender ou resolver um problema. Entender mal a aplicação correta de um conceito ou termo não pode apenas causar erros e respostas erradas - também produz um sentimento de incompetência na Ciência em geral. Portanto, a contextualização e a descontextualização também se tornam importantes para um processo de ensino bem-sucedido (Gago, 2004; Nadelson & Seifert, 2017).

As atividades propostas por uma abordagem STEM envolvem várias tarefas onde os alunos trabalham em grupo, podendo desta forma aprender a trabalhar em equipa, um aspeto fundamental para as suas carreiras futuras e também poderá ser um aspeto de integração social (Gago, 2004). Uma vez que estas atividades são tarefas abertas, os alunos têm oportunidade de conduzir o seu desenvolvimento, não se limitando a seguir um protocolo experimental. Ademais têm oportunidade de desenvolver a sua criatividade, pesquisando e construindo. A partir desta forma de trabalho em Ciências, os alunos devem desenvolver uma ideia do modo especial que os cientistas usam para obter evidências e interpretar o mundo e de como as descobertas científicas influenciam as suas próprias vidas. Tendo em conta as potencialidades do STEM, este trabalho tem como finalidade conhecer a influência de uma abordagem STEM, para o ensino do tema Transformação de energia, nas estruturas cognitivas dos alunos. De acordo com a problemática são identificadas três questões de investigação:

- Qual é a evolução nas estruturas cognitivas dos alunos após a realização da tarefa STEM?
- Que aprendizagens sobre a Transformação de energia realizam os alunos com a implementação da tarefa STEM?
- Que mudanças ocorrem na atitude e motivação dos alunos pela Ciência, decorrentes da tarefa STEM sobre a Transformação de energia?

Este estudo insere-se no âmbito do projeto de investigação “Let’s GoSTEM”, financiado pela FCT (PTDC/CED-EDG/31480/2017).

## **MOTIVAÇÕES PARA O ESTUDO**

Ao longo destes 17 anos de experiência como professora de Físico-Química, na minha prática letiva tenho procurado implementar estratégias de modo a que os alunos se questionem e procurem o conhecimento. Os defensores do construtivismo epistemológico da aprendizagem reforçaram a necessidade de atividades de aprendizagem mais centradas no aluno (Duffy & Jonassen, 1991). Para o construtivista, identificar um problema e fornecer aos alunos recursos para ajudá-lo a resolvê-lo são considerações importantes na planificação de uma atividade de ensino (Bednar, Cunningham, Duffy & Perry, 1992). Assim, as atividades de aprendizagem centradas no aluno procuram envolver os alunos em tarefas desafiadoras da vida real, com a tecnologia como uma ferramenta para o ensino, comunicação e colaboração (Brush & Saye, 2000).

Na planificação das minhas aulas, tenho em conta o aluno, geralmente parto de uma questão de forma a perceber os conhecimentos ou conceções alternativas que os alunos já têm sobre o tema. A partir das ideias que surgem, procuro estratégias na parte prática, fundamental numa disciplina de Ciências, para levar os alunos a adquirir o conhecimento a partir da realidade e da constatação. Neste sentido, tenho vindo a utilizar diferentes atividades, *atividades de investigação, estações laboratoriais* entre outras, que procuram desenvolver competências como criatividade, autonomia e trabalho em equipa. Essas atividades proporcionam aos alunos oportunidades de visualizar problemas de várias perspetivas, permitir que os alunos colaborem e procurem soluções para problemas e testem essas soluções num contexto do mundo real (Bednar, Cunningham, Duffy & Perry, 1992; Brown, Collins & Duguid, 1989; Duffy & Jonassen, 1991).



Dentro das atividades que tenho aplicado nas minhas aulas existe uma relação entre a Ciência e a Tecnologia. No entanto, nunca tinha abordado as atividades numa perspetiva STEM, bastante importante nos dias de hoje, em que a constante evolução apela a que os cidadãos estejam cada vez mais preparados para responder a várias áreas e tenham conhecimento concreto da realidade, não só da teoria. Como nunca tinha aplicado atividades numa abordagem STEM e uma vez que os estudos nesta área são escassos, achei que seria a oportunidade de colocar em prática e perceber a mais valia que poderiam trazer para as minhas aulas, para o meu conhecimento didático e para os meus alunos.

## **ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO**

O trabalho está organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo, Introdução, faz-se a contextualização do problema de investigação que motivou o estudo, enuncia-se o problema e as questões de investigação e as principais razões para a escolha do campo de pesquisa. No segundo capítulo, Enquadramento Teórico, apresenta-se a revisão da literatura dividida em duas secções. Na primeira secção resume-se a perspetiva de vários autores sobre a abordagem STEM, evidenciando três dos princípios propostos por Thibaut et al. (2018). Na segunda secção, faz-se uma abordagem sobre as atitudes e motivação dos alunos pela Ciência. No terceiro capítulo, Proposta Didática, apresenta-se uma descrição da tarefa, fazendo o enquadramento curricular desta, referindo o tipo de abordagem utilizada e a forma como foi aplicada em sala de aula. No quarto capítulo, Metodologia, justificam-se as opções metodológicas assumidas, tendo por base uma metodologia mista, onde a recolha de dados é essencialmente qualitativa, mas também se usou a recolha quantitativa, caracterizam-se os participantes no estudo e descrevem-se os vários instrumentos de recolha de dados, nomeadamente WAT, entrevista em grupo focado, análise documental e questionários. No quinto capítulo, Resultados, apresentam-se os resultados da recolha de dados organizados de acordo com as questões de investigação. No sexto capítulo, Discussão dos resultados, Conclusões e Implicações do estudo discutem-se os resultados, registam-se as principais conclusões e sugerem-se possíveis implicações do estudo.

## **CAPÍTULO 2**

### **ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

As exigências da sociedade, em constante desenvolvimento a nível tecnológico, levam a que os indivíduos sejam flexíveis e se adaptem facilmente a novas situações. Assim, é necessário desenvolver um leque de competências no contexto das novas organizações do trabalho e dos novos perfis profissionais. Deste modo, a finalidade das políticas educativas é criar situações de ensino/aprendizagem que levem os alunos a desenvolver competências necessárias para intervirem na sociedade. Nesse sentido, o professor deve proporcionar aos alunos diversas situações para que estes possam adquirir os conhecimentos, capacidades e atitudes, de modo a desenvolver as competências esperadas no final da escolaridade obrigatória. Sendo a meta o final da escolaridade obrigatória, significa que se respeita o ritmo de cada aluno sem que se baixe a exigência. A adaptação ao aluno não se deve referir apenas à compreensão cognitiva. “Diferentes tipos de motivação ou diferentes visões culturais sobre a Ciência também são muito importantes para estimular e apoiar os processos de aprendizagem” (Gago, 2004, p.124). Este capítulo encontra-se organizado em duas secções. A primeira secção é dedicada à abordagem STEM, na perspetiva de vários autores e evidenciando três dos princípios propostos por Thibaut et al. (2018). Na segunda secção, é feita uma abordagem sobre as atitudes e motivação dos alunos pela Ciência.

#### **ABORDAGEM STEM**

Num ensino por competências é necessário desenvolver a capacidade metacognitiva, para que o aluno tome consciência do que faz no momento em que resolve um problema e logo após a resolução, de modo a reajustar, seguindo quando necessário outros caminhos, aplicar a situações novas e cada vez mais complexas. Isto permite que o aluno faça uma reflexão antes de agir, defina os objetivos, planifique de modo a resolver a tarefa. O fator mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aluno sabe. Averigúe-se isso e ensine-se em consequência disso (Ausubel, Novak & Hanesian, 1983).

No ensino tradicional, o professor tem o papel principal, não havendo espaço para o questionamento por parte do aluno. No final do século XX notaram-se alterações na forma de ensino, o aluno passou a ter um papel mais ativo no ensino, não sendo apenas recetor passivo de informação. Para isso, segundo Jonassen (1991), Duffy e Jonassen (1991), as atividades de aprendizagem devem ser mais centradas no aluno. Este tipo de atividades centradas no aluno, oferecem oportunidades para abordar diferentes tipos de objetivos de ensino. No entanto, para que a sua implementação seja um sucesso, requer competências e recursos muito diferentes daqueles exigidos pelas atividades tradicionais em sala de aula, centradas no professor (Brush & Saye, 2000).

Atualmente uma das preocupações do ensino, básico e secundário, é fornecer aos alunos ferramentas para serem cidadãos aptos no mercado de trabalho. Neste sentido, cada vez mais se procura métodos de ensino focados na investigação, na atividade prática e na resolução de problemas. As atividades de ensino centradas no aluno levam a um maior envolvimento destes em tarefas desafiadoras da vida real, com a tecnologia como uma ferramenta para ensino, comunicação e colaboração. Um ambiente de ensino centrado no aluno oferece aos alunos oportunidades de assumir um papel mais ativo no seu próprio ensino, em vez de serem recetores passivos de informações. Os alunos precisam analisar e sintetizar eles mesmos o conteúdo da aprendizagem, por exemplo, averiguar problemas complexos, usando uma variedade de meios e desenvolvendo as suas próprias estratégias para resolver esses problemas de maneira colaborativa. Os alunos precisam de ser confrontados com problemas de modo a procurarem formas de resolvê-los (Brush & Saye, 2000). Ao resolverem os problemas, através de um ensino colaborativo, os alunos estruturam o seu próprio trabalho em grupo, sem que tenham apreendido competências sociais anteriormente. As questões que surgirem durante o trabalho o professor deve dirigir para que sejam resolvidas pelos próprios alunos, porque o professor pretende que os alunos resolvam os conflitos do grupo por eles próprios (Matthews, 1995).

A Ciência e a Tecnologia são dois polos de desenvolvimento que se influenciam mutuamente: a evolução científica permite o conhecimento de novas técnicas e materiais que, evoluindo, põe ao dispor da Ciência tecnologias que vão permitir as investigações científicas irem mais além. Para muitas pessoas, a educação escolar pode ser o único momento em que realmente se envolvem com informações e conhecimentos formais sobre Ciências e Tecnologia (Gago, 2004). A educação escolar deve garantir uma boa

base de alfabetização científica para todos os alunos. Olhar o mundo de uma perspectiva científica enriquece a compreensão e a interação com os fenômenos da natureza e da tecnologia, permite que os alunos (e, portanto, futuros adultos) participem de discussões sociais e processos de tomada de decisão, além de fornecer um elemento adicional para formar interesses e atitudes. Esses objetivos não se referem apenas ao desenvolvimento pessoal e individual dos alunos: uma cultura crítica, mas de mente aberta para a Ciência e a Tecnologia é a base necessária para aumentar o interesse dos estudantes em carreiras científicas, pois essas escolhas não dependem apenas dos seus interesses. Seguindo esse objetivo de aumentar o interesse pelas carreiras científicas, a educação escolar também deve fornecer aos alunos uma visão autêntica das carreiras relacionadas com a Ciência e um *background* fundamental de conhecimentos, competências e atitudes sobre a Ciência, que possibilite mais aprendizagens e atividades nessas áreas (Gago, 2004, Roth & Eijck, 2010). Nestas condições sociais, a escola é chamada a desempenhar um papel essencial na promoção e desenvolvimento de indivíduos com capacidades de intervenção e de cidadania para responder às novas exigências. As políticas educativas, relativamente aos vários ciclos/níveis de ensino, têm vindo a inserir um quadro de iniciativas que visam um esforço sustentado e continuado assumindo um compromisso de mobilização de saberes e saberes-fazer que converge para uma aquisição de competências de forma à valorização dos seus cidadãos.

A abordagem STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) é uma forma de unir o conhecimento de quatro áreas, levando à interdisciplinaridade com foco na aplicação prática. Segundo Gonzalez e Kuenzi (2012), o termo "educação STEM" refere-se ao ensino e aprendizagem nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Normalmente inclui atividades educacionais em todos os níveis de ensino, do pré-escolar ao pós-doutoramento, em ambientes formais (por exemplo, salas de aula) e informais (por exemplo, programas pós-escolares). Este ensino é focado em projetos onde os alunos resolvem desafios propostos com aplicação de conhecimentos das diferentes áreas. Esta abordagem procura preparar os alunos para o futuro mercado de trabalho. Este tipo de metodologia centra-se no aluno, em oposição a metodologias anteriores de exposição mais centradas no professor.

A abordagem STEM é a aquisição de conhecimentos e competências através da experiência e estudo de vários pontos de vista, permitindo a apreciação da complexidade abrangente e ideias transversais nas áreas STEM como um todo. Uma diferenciação

crítica da aprendizagem STEM de outras formas de aprendizagem (como a Ciência) é o reconhecimento da interdependência e integração dessas múltiplas disciplinas e práticas epistemológicas. Dessa forma, esta abordagem exige menos especialização e mais capacidade de descortinar áreas de interação e a complexidade resultante das disciplinas STEM, (Lamb et al., 2015).

As competências STEM são definidas como aquelas “que se espera que sejam realizadas por pessoas com um nível de ensino superior nas disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática”. Estas competências incluem “numeracia e a capacidade de gerar, entender e analisar dados empíricos, incluindo análise crítica; compreensão de princípios científicos e matemáticos; capacidade de aplicar uma sistemática e avaliação crítica de problemas complexos com ênfase na resolução e aplicação do conhecimento teórico em problemas práticos; capacidade de comunicar questões científicas às partes interessadas e outras pessoas; capacidade, raciocínio lógico e inteligência prática ” (Comissão Europeia, 2015, p.1.).

Diferentes estudos têm vindo a revelar a escassez de indivíduos preparados para trabalhar em áreas STEM (Comissão Europeia, 2015). Muitas vezes estas áreas são vistas como difíceis. Nos dias de hoje é importante aumentar o interesse pelas carreiras científicas. Assim, a educação escolar será fundamental para fornecer aos alunos uma visão autêntica das carreiras relacionadas com Ciência. Deverá transmitir conhecimentos, competências e atitudes sobre a Ciência, que possibilite o ensino e atividades nessas áreas (Comissão Europeia, 2015). Consequentemente, o ensino precisa estimular o interesse e a abertura de espírito para lidar com questões e decisões baseadas na Ciência na vida cotidiana e na sociedade. Tornar os alunos conscientes da vida científica no "mundo real" e das formas como a indústria opera são elementos muito importantes, mas eles não substituem a "coisa real" (Horta & Heitor, 2012).

A finalidade da abordagem STEM não é ensinar cada uma destas áreas, mas sim fornecer ao aluno ferramentas que o levem a adquirir competências nestas quatro áreas. A abordagem STEM procura estimular os alunos a identificarem problemas e encontrarem as soluções, levando ao seu maior envolvimento. Gasiewski et al. (2012) investigaram a relação entre o envolvimento dos alunos e os cursos iniciais STEM, e descobriram que os alunos estavam mais envolvidos a nível emocional e de comportamento nas salas de aula STEM, onde os professores aplicavam uma abordagem centrada no aluno e onde a colaboração com os outros ocorria frequentemente.

A integração STEM, é definida por Nadelson e Seifert (2017), como a fusão contínua de conteúdo e conceitos das várias disciplinas STEM. A integração ocorre de maneira a que o conhecimento e o processo das disciplinas STEM específicas sejam considerados simultaneamente, sem levar em consideração a disciplina, mas sim no contexto de um problema, projeto ou tarefa.

Nas escolas, a integração STEM é tipicamente associada ao ensino baseado em projetos ou problemas (por exemplo, desafios de investigação ou *design*), onde os resultados podem variar amplamente e o conhecimento necessário é distribuído pelas disciplinas STEM (Kennedy & Odell, 2014). Para Kelley e Knowles (2016), a integração STEM aborda o conteúdo STEM de dois ou mais domínios, vinculado às práticas STEM dentro de um contexto autêntico, com o objetivo de ligar essas disciplinas para aperfeiçoar a aprendizagem dos alunos. No entanto, o ensino bem integrado oferece oportunidades para os alunos aprenderem com experiências mais relevantes e estimulantes, incentiva o uso de competências de pensamento crítico de nível superior, melhora as competências de resolução de problemas e aumenta a retenção dos conhecimentos (Stohlmann et al. 2012). Existem muitos benefícios relacionados com a educação integrada, “pesquisas indicam que o uso de um currículo interdisciplinar ou integrado fornece oportunidades para experiências mais relevantes, menos fragmentadas e mais estimulantes para os alunos” (Furner & Kumar, 2007, p.186).

Numa perspetiva de abordagem STEM, as atividades devem ser estruturadas de modo a confrontar os alunos com situações da vida real, onde poderão aplicar o conhecimento adquirido, assim como desenvolver uma visão mais crítica sobre o assunto, estimulando a criatividade. Realizar uma atividade na perspetiva da abordagem STEM, tem por base uma tarefa prática, como na Engenharia, com cariz tecnológico, onde os conceitos, a forma de resolver e investigar seguem princípios científicos, estando no centro conceções matemáticas. Os problemas que exigem uma abordagem de integração STEM são tipicamente mal estruturados, com várias soluções potenciais e exigem a aplicação de conhecimentos e práticas de várias disciplinas STEM (Nadelson & Seifert, 2017). A forma de resolver a atividade deve ser em grupo e de modo autónomo. Os alunos têm a liberdade de fazer perguntas e seguir caminhos diferentes para chegar a um mesmo lugar, resolvendo problemas criativamente e usando o pensamento de uma forma mais abrangente. Na resolução da tarefa o aluno poderá cometer erros e compreender que é normal e aprender com o erro cometido. Os conteúdos da tarefa devem abranger diversas

matérias em simultâneo, fazendo com que o aluno entre em contacto com vários conceitos ao mesmo tempo.

Segundo Roth e Eijick (2010), em todas as idades, as pessoas que estão envolvidas em abordagens STEM bem sucedidas, apresentam uma forte disposição: e abertura para aprender à medida que avançam, ou seja, a sua capacidade de mobilizar e expandir o seu conhecimento; e resiliência para resolver problemas; e criatividade para lidar com o inesperado, usando os recursos disponíveis; e orientação em relação aos objetivos das atividades e das ações, fazem sempre o que podem e o que é viável sob a condição de serem capazes de fazer mais e melhor no futuro do que agora.

O significado de integração STEM não é consensual. Thibaut et al. (2018), fizeram uma revisão da literatura onde consideraram cinco princípios como essenciais no ensino STEM: integração de diferentes disciplinas; ensino centrado no problema; ensino baseado em *inquiry*; ensino baseado em planificação e ensino cooperativo. Estes princípios referem-se à assimilação explícita de objetivos, conteúdos e práticas de aprendizagem de diferentes disciplinas; aos ambientes de aprendizagem, que devem envolver os alunos em problemas reais abertos, mal estruturados e do mundo real, a fim de aumentar a importância do conteúdo a ser aprendido; ao questionamento, ao ensino experimental e prático de modo a descobrir novos conceitos; a envolver o uso de desafios abertos e práticos que proporcionam aos alunos a oportunidade de aprender, não apenas sobre processos de Engenharia e práticas de Engenharia, mas também aprofundar a sua compreensão das ideias centrais disciplinares; a garantir a oportunidade de se comunicar e colaborar entre alunos para aprofundarem os seus conhecimentos. Todos os princípios chave são apoiados por uma visão social construtivista sobre a aprendizagem, que determina que o conhecimento é construído ativamente pelos alunos e que a aprendizagem é uma experiência compartilhada e não individual (Thibaut et al., 2018). A figura 2.1. mostra uma visão geral dessa estrutura (Thibaut et al., 2018).



(Adaptado de Thibaut et al., 2018)

*Figura 2.1.* Referencial teórico para práticas de integração STEM no ensino

Neste trabalho optou-se por aplicar uma tarefa STEM elaborada com base em três dos princípios propostos por Thibaut et al. (2018): *context-based learning*, *inquiry* e *design* (Engenharia).

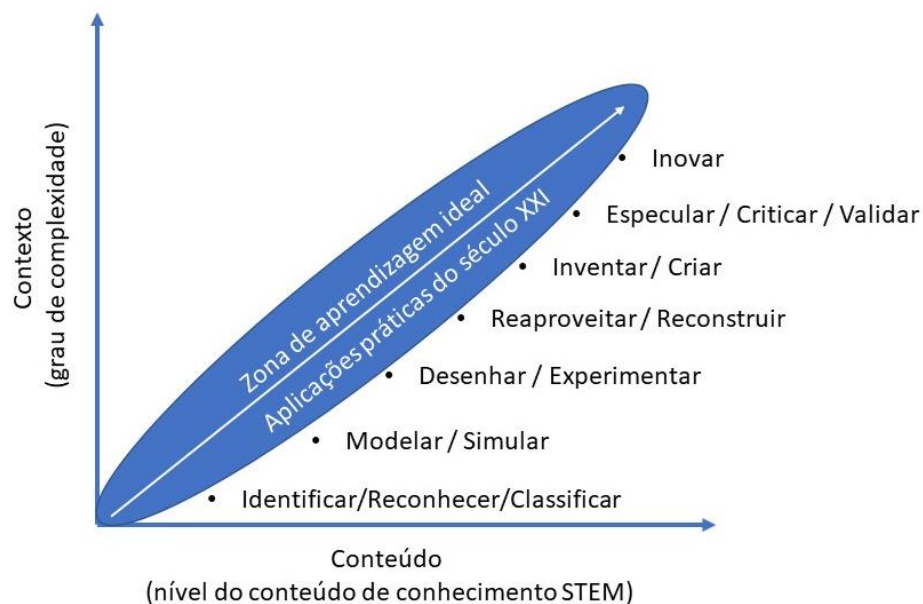
### ***Context-based learning***

Atualmente é dada atenção à apresentação de Ciência e Tecnologia em contextos que têm significado e relevância para o aluno. Temas ou tópicos que ilustram princípios científicos ou tecnológicos são retirados da vida cotidiana ou de questões sócio científicas atuais. Naturalmente, esses temas ou tópicos são frequentemente interdisciplinares, e ensiná-los requer colaboração entre professores com experiência nas diferentes disciplinas. (Gago, 2004).

Nadelson e Seifert (2017) referem que para o sucesso de um ensino integrado de abordagem STEM é necessário garantir que a complexidade do contexto integrado de STEM esteja alinhada com o nível de conhecimento de STEM dos alunos. Por exemplo, se o conhecimento de STEM dos alunos for baixo e o contexto de ensino for muito complexo, quando os alunos se envolverem nas tarefas de contexto, eles provavelmente ficarão frustrados e poderão desinteressar-se. Da mesma forma, se o conhecimento STEM dos alunos for alto e o contexto de ensino STEM integrado for muito simples, é provável que os alunos fiquem enfadados e desistam. Assim, o ensino ideal de STEM exige alinhamento entre o contexto de ensino e aprendizagem e o conhecimento e a capacidade



de ensino de STEM dos alunos. O uso de um único contexto integrado de STEM nas aulas fornece aos alunos uma experiência comum para explorar vários aspectos do STEM e, portanto, facilita a transferência de conhecimento, pois os alunos podem desenvolver um entendimento compartilhado e uma experiência relacionada. Assim, o contexto fornece um meio de ensino de STEM por etapas, fornecendo um processo ou projeto que permite a exploração de múltiplas facetas do conhecimento (Nadelson & Seifert, 2017). Além disso, o uso de contextos para integração STEM aperfeiçoa a significância e a relevância do conteúdo de STEM, o que provavelmente elevará a motivação e o envolvimento dos alunos na aprendizagem. A figura 2.2. mostra a interação de conteúdo e contexto na zona de aprendizagem ideal (Nadelson & Seifert, 2017).



(Adaptado de Nadelson & Seifert, 2017)

*Figura 2.2. Interação de conteúdo e contexto na zona de aprendizagem ideal*

### ***Inquiry***

No sentido de desenvolver diferentes competências e modos de criatividade é desejado que se combine diferentes atividades, tarefas abertas e aprendizagem autodirigida. Para alcançar este objetivo, os alunos deverão ter a oportunidade de realizar

atividades de pesquisa, em vez de realizarem apenas atividades em que seguem um protocolo já definido. As atividades devem incluir o desenvolvimento de perguntas, a formulação e o teste de hipóteses com base nos conhecimentos e teorias existentes, a análise/apresentação de resultados e conclusões (Gago, 2004).

Na aprendizagem baseada em questões, os alunos envolvem-se em atividades práticas que lhes permitem descobrir novos conceitos e desenvolver novos entendimentos (Satchwell & Loepp, 2002). Assim, a aprendizagem experimental é intencionalmente usada para promover a construção do conhecimento (Wells, 2016) e os alunos são incentivados a testar as ideias que têm, desmontando as coisas, fazendo previsões, observando e registrando as suas explicações. Embora a aprendizagem baseada na investigação tenha tido origem no ensino das Ciências, onde geralmente implica que os alunos tenham que se envolver em práticas científicas autênticas (por exemplo, planejando e projetando experiências e recolhendo dados), ela não se restringe a esse domínio, mas também ocorre em contextos matemáticos ou tecnológicos (Satchwell & Loepp, 2002).

Questionar é uma parte importante da aprendizagem baseada em investigação, porque inicia toda a construção do conhecimento (Wells, 2016). Os alunos são estimulados a questionar os conhecimentos que têm sobre um determinado tópico e a identificar quais os conhecimentos que necessitam para avançar (Wells, 2016). Em segundo lugar, os alunos devem usar esse conhecimento prévio para gerar novas ideias, projetar e conduzir investigações e descobrir novos conceitos. Além disso, eles não precisam apenas realizar as experiências, os alunos também precisam demonstrar a sua compreensão dos conceitos explorados (Satchwell & Loepp, 2002). Finalmente, uma quantidade adequada de orientação deve ser fornecida para ajudar os alunos a alcançar a mudança concetual desejada (James et al., 2000; Satchwell & Loepp, 2002).

Experiências de investigação verdadeiramente autênticas podem ser desafiadoras para os alunos do ensino básico, devido à falta de experiência e conhecimento ou porque não atingiram o nível de desenvolvimento cognitivo necessário para o pensamento abstrato. Além disso, o ensino puro da descoberta sem orientação pode ser inútil porque os alunos podem não entrar em contato com o conteúdo a ser aprendido (Mayer, 2004). Portanto, os professores precisam fornecer orientação, questionando os alunos para ajudá-los a descobrir falhas no seu raciocínio, e ou projetos de pesquisa, ajudando-os a chegar a uma solução (Buck et al., 2008).

## ***Design (Engenharia)***

A integração da Engenharia na sala de aula está a ganhar adeptos na educação. Uma ligação entre o ensino de Engenharia e Ciências pode ajudar a preparar melhor os alunos e a sociedade para enfrentar os desafios atuais e futuros da sociedade moderna e tecnológica. Nos dias de hoje torna-se essencial que todos os cidadãos vejam a conexão entre Ciência e Engenharia, de modo a tomarem decisões mais informadas na vida cotidiana (Moore et al., 2015).

A prática de Engenharia, na sua essência, é uma maneira de pensar para resolver problemas com um objetivo. Essa maneira de pensar é útil, além da engenharia como profissão; pode ajudar no desenvolvimento de competências do século XXI; ou seja, as habilidades necessárias para ter sucesso no século XXI (NRC, 2012b). O pensamento de Engenharia é composto por processos de projeto de Engenharia e hábitos mentais de Engenharia, que incluem pensamento de sistemas, criatividade, otimismo, colaboração, comunicação e atenção a considerações éticas (NRC, 2009). Um argumento para a integração da Engenharia no currículo de Ciências vem da necessidade de preparar melhor os alunos para problemas complexos e interdisciplinares e de proporcionar um significado mais autêntico e do mundo real na sala de aula (NRC, 2012a). Segundo Brophy, Klein, Portsmore e Rogers (2008), o ensino de Engenharia pode suportar a aquisição de uma ampla gama de conhecimentos e competências importantes para cidadãos alfabetizados associados à compreensão e ao uso do conhecimento STEM para resolver problemas do mundo real.

A inclusão da Engenharia nas salas de aula do ensino primário e básico também pode levar a um melhor ensino e concretizações em Ciências e Matemática (Brophy Klein, Portsmore & Rogers, 2008), maior alfabetização tecnológica, melhorias na frequência e reprovação nas escolas e uma melhor compreensão do que os engenheiros fazem, o que pode levar ao aumento do número de estudantes que seguem profissões em engenharia (NRC, 2009). As atividades de Engenharia podem ser intrinsecamente motivadoras, aproveitando a curiosidade natural de uma criança sobre como as coisas funcionam e aprofundando o ensino e a aprendizagem dos alunos nos ambientes de ensino primário e básico em várias áreas do conteúdo e do processo STEM (Brophy Klein, Portsmore & Rogers, 2008). Olds, Harrell e Valente (2006) observaram um aumento na compreensão dos alunos sobre máquinas simples depois de implementar uma atividade de projeto de Engenharia numa aula de Ciências do ensino básico. Também Apedoe,

Reynolds, Ellefson e Schunn (2008) encontraram um aumento na compreensão da interação atômica e energia após implementar uma atividade de projeto de Engenharia numa aula de química no ensino básico.

A inclusão da Engenharia nas aulas do ensino primário e básico fornece um contexto do mundo real para o ensino de Matemática e Ciências, oportunidades de solução de problemas, desenvolvimento de trabalho em equipa e competências de comunicação, além de proporcionar um ambiente divertido e prático que melhorará a atitude dos alunos em relação às carreiras STEM (Koszalka et al., 2007).

O relatório NRC (2009) distingue os aspetos que devem ser destacados no projeto de Engenharia: (1) altamente iterativo; (2) aberto em que um problema pode ter muitas soluções possíveis; (3) um contexto significativo para aprender conceitos científicos, matemáticos e tecnológicos; e (4) um estímulo ao pensamento, modelagem e análise de sistemas. Embora a investigação científica envolva a formulação de uma pergunta que possa ser respondida por meio da investigação, o *design* de Engenharia envolve a formulação de um problema que pode ser resolvido através da construção e avaliação durante a fase de pós-*design*. A educação STEM reúne esses dois conceitos nas quatro disciplinas (Kennedy & Odell, 2014).

Ao envolver ativamente os alunos nos desafios do projeto de Engenharia, eles não apenas aprendem sobre os processos e práticas de Engenharia, mas também aprofundam a sua compreensão das ideias centrais disciplinares (Guzey et al., 2016; Hernandez et al., 2014; Shahali et al., 2017). As atividades de *design* de Engenharia podem fortalecer o conhecimento dos alunos sobre Ciência, Tecnologia e Matemática, porque preenchem a lacuna entre conhecimento de conteúdo factual, conhecimento abstrato e aplicação (Riskowski et al., 2009).

Os desafios efetivos do projeto devem ser abertos, autênticos, práticos e interdisciplinares (Shahali et al., 2017). Esses são desafios que representam problemas do setor, permitem que os alunos explorem ou desenvolvam tecnologias e exigem que trabalhem com informações incompletas e considerem restrições, segurança, riscos e soluções alternativas (Guzey et al., 2016). Além disso, o processo de projeto de Engenharia deve envolver diferentes fases interativas, como definir o problema de Engenharia, projetar soluções de Engenharia, implementar uma solução, testar a solução e avaliar e otimizar a solução (Wells, 2016). Durante todo o processo de *design*, os alunos

devem gerenciar riscos e incertezas, considerar a experiência anterior e aprender com o fracasso (Guzey et al., 2016). Também é necessário ter em conta que um requisito final para o projeto de Engenharia qualitativa é a incorporação da justificação do projeto. Os alunos devem poder demonstrar o que aprenderam no processo de *design*, justificar as suas decisões de *design* por meio desse conhecimento recém-adquirido e fazer recomendações sobre o *design*, com base nos resultados dos seus testes. Essa justificativa de projeto serve como um mecanismo eficaz para revelar o desenvolvimento do aluno e, portanto, facilita a mudança conceitual (Wells, 2016).

### **ATTITUDES E MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS PELA CIÊNCIA**

A procura de diferentes estratégias de educação por parte do professor, deve ter como finalidade tornar as suas aulas mais desafiantes e envolventes para aluno, procurando desenvolver no aluno uma atitude positiva em relação à Ciência. O modo como se ensina certamente influencia a atitude do aluno (Osborne et al., 2003). O modo como o professor planifica as suas aulas vai ser fundamental para a mudança de atitude dos alunos.

Ao longo dos tempos têm sido feitas várias pesquisas sobre as atitudes dos alunos face às Ciências. Salta e Tzougraki (2004) resumem a pesquisa feita por Ramsden até 1998 nos seguintes aspetos: (i) a Ciência é considerada difícil pelos alunos e irrelevante para a vida da maioria das pessoas; (ii) a Ciência causa problemas sociais e ambientais; (iii) Ciência é mais atrativa para os rapazes do que para as raparigas; (iv) o interesse pela Ciência diminui ao longo do percurso escolar; (v) as atitudes negativas dos alunos associam-se mais aos temas de Ciências relacionados com a Física do que com a Biologia.

Martins et al. (2005) realizaram um estudo com alunos portugueses a frequentar o 9.º ano, sobre a avaliação que fizeram de diferentes aspetos relacionados com o ensino e aprendizagem da Física e da Química. Este estudo revelou que pouco mais de metade dos alunos no final do 9.º ano pretende seguir um curso Científico Humanístico. As principais razões apontadas pelos alunos para a falta de motivação pelo estudo de Físico-Química são: (i) difícil natureza da matéria em causa; (ii) características dos manuais adotados, que não os entusiasma para o estudo; (iii) dependência da Física e da Química em

relação à Matemática, disciplina onde apresentam muitas dificuldades; (iv) dificuldades na aplicação dos conhecimentos na resolução de problemas.

A motivação para a aprendizagem é um problema que os professores devem enfrentar. Na Física e na Química é necessária uma abstração que por vezes os alunos não conseguem levando a que considerem disciplinas aborrecidas e não apelativas (De Mórán et al., 1995).

No estudo realizado por Orhun e Orhun (s.d.), com alunos de 9.º ano, sobre a relação entre atitudes face à Matemática e atitudes face às Ciências, concluiu-se que existe uma relação positiva entre a Matemática e a Ciência. É de esperar que se os alunos encararem a Matemática de uma forma negativa projetem esse efeito negativo na Física e na Química do mesmo modo. Uma boa atitude face à Matemática leva ao sucesso nas Ciências.

Nas aulas de Físico e Química encontramos alunos que não estão motivados. Para Claxton (1984, citado por Pozo & Crespo, 2009) pode-se pensar na motivação em termos “newtonianos”. Segundo a lei da Inércia (Lei de Newton) “Se a resultantes das forças que atuam num corpo for nula, ele continua em repouso ou com movimento retilíneo uniforme”, ou seja, se o corpo estiver em repouso continuará em repouso ou se estiver em movimento, com velocidade constante, permanecerá em movimento até que seja contrariado. Isto é o que acontece com muitos alunos, e muitos de nós, uma inércia impeditiva de mudança. Muitas vezes os alunos até estão dispostos a mudar, mas o professor e o aluno estão a trabalhar em direções diferentes. Cabe ao professor despertar o interesse pelas Ciência nos alunos.

As crianças desde pequenas são muito curiosas, revelam bastante interesse pelo conhecimento que os rodeia. Ao longo do tempo esta curiosidade desvanece. Cabe à escola, ao ensino das Ciências manter viva esta curiosidade e atitude positiva. Para Papanastasiou e Zembylas (2002), os primeiros anos, em que os alunos têm contacto direto com a Ciência e vivenciam uma experiência positiva, são um fator importante para que encarem a Ciência com uma boa atitude. Seja qual for o nível de ensino, na preparação das suas aulas, o professor deve procurar estratégias onde o aluno entenda a ligação da Ciência com o seu dia-a-dia, como o meio envolvente (comunidade), com outras áreas de ensino e que encontre na Ciência a resposta para muitas das suas questões.

O ensino da Ciência deve procurar um contexto relacionado com a vida dos alunos fora da escola. O contexto social e a transformação sociocultural são importantes para o conhecimento científico (Orhun & Orhun, s.d.). Tudo o que nos envolve e o contacto com os outros são importantes para a construção do conhecimento. No ensino das Ciências é importante que os alunos entendam a necessidade de trabalharem cooperativamente com os seus colegas, pois a Ciência é uma construção do saber ao longo do tempo e que envolve o trabalho de equipa.

Nem todos os alunos têm de ser cientistas ou formarem-se em Ciência, mas devem ser criadas metodologias de ensino que ajudem os alunos a ter conhecimento científico de modo a serem cidadãos ativos na nossa sociedade. Existem evidências empíricas de que o interesse, atenção e aproveitamento dos alunos em Ciências relacionam-se com atitudes positivas em relação às Ciências no ensino. Uma vez o aluno estando mais motivado também a atitude do professor muda, mostrando-se mais positivo. As atitudes evidenciadas pelos alunos no decorrer de uma aula, perante as aprendizagens a realizar não podem passar despercebidas ao professor. Isto porque sabemos que a parte emocional tem influência no rendimento do aluno em determinada disciplina (Damásio, 2005).

Muitas das atividades por vezes realizadas em aula não correspondem ao preconizado nos programas, nem às expectativas dos alunos. Nas aprendizagens essenciais, documento curricular onde se expressam os conhecimentos, as capacidades e as atitudes inerentes à relevância do conhecimento científico da disciplina de Físico-Química é referido que:

“As AE pressupõem a centralidade do trabalho prático, incluindo o laboratorial e o experimental, por forma a desenvolver o raciocínio e a capacidade de resolver problemas (observação, formulação de hipóteses e interpretação), estimular a autonomia e o desenvolvimento pessoal e, dadas as potencialidades do trabalho prático para ser desenvolvido em equipa, contribuir para a capacidade do aluno de desenvolver relações interpessoais. Por outro lado, os alunos devem ser incentivados a trabalhar em grupo, designadamente na realização das atividades laboratoriais, comunicando as suas aprendizagens oralmente e por escrito e usando vocabulário científico próprio da disciplina.” (DGE/ME, 2018).

É importante ter em conta as referências apresentadas nas aprendizagens essenciais, mas também a importância e a necessidade de um ensino mais experimental e

competitivo que possa atrair os estudantes para o estudo das Ciências (Martins et al., 2005). Neste sentido, uma abordagem STEM poderá trazer uma melhoria às estratégias que se podem usar, procurando uma mudança na atitude e motivação dos alunos face à Ciência.



## **CAPÍTULO 3**

### **PROPOSTA DIDÁTICA**

Neste capítulo apresenta-se uma proposta didática para o tema “Transformação de energia”, lecionado na subunidade “Forças, movimentos e energia” que faz parte da unidade “Movimentos e Forças” lecionada no 9.º ano. O capítulo está dividido em três secções. Numa primeira secção é feito o enquadramento da proposta didática nas orientações e metas curriculares. Na segunda secção é feita a descrição da atividade, com o tipo de abordagem utilizada e a forma como foi aplicada em sala de aula. Na terceira secção é descrita a realização da atividade com a planificação dos momentos para cada etapa.

#### **ENQUADRAMENTO CURRICULAR DA PROPOSTA DIDÁTICA**

A atividade que foi proposta aos alunos neste estudo enquadra-se no domínio “Movimentos e forças” do programa de Físico-Química de 9.º ano, mais concretamente no subdomínio “Forças, movimento e energia”. Dentro desse subdomínio, neste trabalho, apenas foram explorados os tópicos referentes aos dois tipos fundamentais de energia (potencial e cinética) e transformação de energia potencial em energia cinética e vice-versa. Assim as metas curriculares que se esperava que os alunos alcançassem ao trabalhar esta atividade foram (Fiolhais, et al., 2013): concluir que as várias formas de energia usadas no dia a dia, cujos nomes dependem da respetiva fonte ou manifestações, se reduzem aos dois tipos fundamentais; identificar os tipos fundamentais de energia de um corpo ao longo da sua trajetória, quando é deixado cair ou quando é lançado para cima na vertical, relacionar os respetivos valores e concluir que o aumento de um tipo de energia se faz à custa da diminuição de outro (transformação da energia potencial gravítica em cinética e vice-versa), sendo a soma das duas energias constante, se se desprezar a resistência do ar.

Para além das metas curriculares, a atividade denominada “A corrida de Carros de Elásticos, Fórmula (E)lástica” (Apêndice A), pretende ir mais além do conhecimento

preconizado nas metas curriculares, procurando que os alunos compreendam o conceito de energia potencial elástica. Esta atividade foi desenvolvida no quadro do projeto “Let’s GoSTEM”, financiado pela FCT (PTDC/CED-EDG/31480/2017).

Com esta atividade pretendeu-se que os alunos construíssem protótipos de carros que permitissem transformar a energia potencial em energia cinética. O trabalho foi desenvolvido em grupo e no final cada grupo apresentou o protótipo à turma. Tratou-se de uma abordagem STEM, uma vez que durante o processo os alunos tiveram de mobilizar conhecimentos das quatro áreas (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Para além disso, os alunos estiveram a trabalhar em grupo, procurando resolver problemas, questionando, experimentando e contruindo um modelo final (Matthews, 1995; Roth & Eijck, 2010; Moore et al., 2015; Thibaut, et al., 2018).

## **DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE**

A atividade iniciou-se com um pequeno texto introdutório sobre competições de carros de elásticos construídos por alunos noutros países e uma pequena explicação onde referia a transformação de energia potencial em energia cinética. Nesta etapa os alunos puderam observar modelos de carros de elásticos nas imagens e através do *link* fornecido.

Após a introdução, os alunos tiveram de realizar seis passos em grupo. No primeiro passo foi pedido aos alunos que projetassem e desenhassem um protótipo de um carro que permitisse transformar energia potencial em energia cinética. Nesta fase, os alunos tiveram de pensar nos materiais e na forma aerodinâmica do carro. No segundo ponto foi pedido que iniciassem a construção do protótipo. Após a construção foi pedido aos alunos que testassem e verificassem se o protótipo percorria pelo menos três metros. Nos casos em que houve necessidade de fazer alterações, os alunos procederam a essas alterações e registaram-nas nos documentos escritos. No ponto cinco foi pedido aos alunos para calcularem a velocidade média do carro através de uma aplicação instalada no telemóvel, que utiliza sensores de luz. Na aula onde foi feita a apresentação dos protótipos, os alunos elegeram o melhor protótipo de carro da turma. No final do guião de trabalho era apresentada uma etapa facultativa, “Vai mais longe...” onde se sugeria

aos alunos que elaborassem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do protótipo.

No Quadro 3.1. apresentam-se, para cada uma das áreas STEM as metas curriculares presentes na atividade realizada pelos alunos.

Quadro 3.1. *Metas curriculares, presentes na atividade, em cada uma das áreas STEM*

<b>Tópico</b>	<b><i>Science</i> (Ciência)</b>	<b><i>Technology</i> (Tecnologia)</b>	<b><i>Engineering</i> (Engenharia)</b>	<b><i>Mathematics</i> (Matemática)</b>
Transformação de energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer dois tipos fundamentais de energia: Potencial e Cinética</li> <li>- Compreender a transformação de energia potencial em energia cinética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar uma aplicação com sensor de luz para calcular a velocidade média do protótipo de carro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer materiais adequados para a construção do carro</li> <li>- Planear a construção do protótipo</li> <li>- Justificar as alterações feitas na construção do protótipo</li> <li>- Compreender a importância da aerodinâmica na mobilidade do protótipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar os valores da energia potencial e energia cinética e concluir que o aumento de um tipo de energia se faz à custa da diminuição de outro (transformação da energia potencial gravítica em cinética e vice-versa), sendo a soma das duas energias constante, se se desprezar a resistência do ar</li> <li>- Calcular a velocidade média</li> </ul>

## REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

A implementação da atividade teve início a 31 de janeiro e decorreu até ao dia 17 de março. A atividade realizou-se em cinco aulas, cada uma de 60 minutos. Para a construção do protótipo foram utilizadas três aulas de turnos. Numa destas aulas os alunos preencheram o WAT pré-teste e noutra o questionário pré-teste. Foram utilizadas duas aulas com toda a turma, uma para preenchimento dos questionários e WAT pós-teste e

para a síntese de todos os conteúdos inerentes à atividade. A outra aula para a apresentação dos protótipos finais à turma. No quadro 3.2. apresenta-se para cada etapa da atividade a data de realização e o tempo de aula utilizado.

Quadro 3.2. *Data para o desenvolvimento de cada etapa da atividade e a duração para cada uma delas*

<b>Etapas da atividade</b>	<b>Data de realização</b>	<b>Duração</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação do projeto (o que são atividades STEM)</li> <li>- Preenchimento do WAT (pré-teste)</li> <li>- Formação de grupos de trabalho</li> <li>- Apresentação do guião da atividade a ser trabalhada</li> <li>- Discussão das seguintes questões:  “Como poderiam colocar um carro em movimento através de um elástico?”  “Qual a Energia que estaria presente, para colocar o carro em movimento?”  “Qual a Energia que estaria presente quando o carro estivesse em movimento?”</li> <li>- Projetar e desenhar o protótipo do carro</li> </ul>	31 de janeiro	(60 minutos turnos) 10 minutos  10 minutos  5 minutos  15 minutos  20 minutos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preenchimento do questionário STEM (pré-teste)</li> <li>- Início da construção do protótipo de carro</li> </ul>	7 de fevereiro	(60 minutos turnos) 20 minutos  40 minutos

<b>Etapa da atividade</b>	<b>Data de realização</b>	<b>Duração</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conclusão da construção do protótipo de carro</li> <li>- Teste do protótipo de carro e alterações necessárias</li> <li>- Cálculo da velocidade média</li> </ul>	14 de fevereiro	(60 minutos turnos) 20 minutos  30 minutos  10 minutos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação do trabalho final à turma</li> </ul>	10 de março	60 minutos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preenchimento do questionário STEM (pós-teste)</li> <li>- Preenchimento do WAT (pós-teste)</li> <li>- Sínteses de conteúdos adquiridos com a atividade</li> </ul>	17 de março	(60 minutos) 20 minutos  10 minutos  30 minutos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etapa facultativa “Vai mais longe”</li> </ul>	27 de março	Tempo extra (fora de aula)

Durante a realização da atividade os alunos fizeram registos no guião de orientação. Como já referido na descrição da atividade o guião estava organizado em três partes. Na primeira parte havia um texto inicial com informação de competições, nos EUA e na China, onde alunos construíam carros de elásticos. As imagens do texto procuravam ilustrar o que se pretendia. A segunda parte tinha orientações para os alunos poderem iniciar o seu trabalho. E na terceira uma orientação para os alunos poderem ir mais além.

A terceira parte do guião não foi realizada por nenhum dos grupos. Nas duas semanas antes do final do 2.º período, já em *Ensino@Distância* foi enviado para o “Arquivo da Turma”<sup>1</sup> a informação para realizarem a parte facultativa do guião e elaborarem um poster do trabalho realizado. Durante o 3.º período, não foi fácil motivar os alunos a fazê-lo, pois no Externato as aulas síncronas foram realizadas em 30 minutos semanais com todos os alunos, de todas as turmas do mesmo professor, em simultâneo (146 alunos). Isto levou a que todas as turmas estivessem no mesmo ritmo de trabalho. Como a atividade não tinha sido realizada nas outras turmas não era possível continuar com estes alunos a trabalhar conteúdos de Energia e com os restantes conteúdos de Circuitos Elétricos. Também seria uma sobrecarga para estes alunos continuarem a trabalhar nesta atividade e estarem a acompanhar os novos conteúdos. Assim não foi possível concluir o “Vai mais longe” por nenhum dos grupos, mas o essencial da atividade foi concluído.

---

<sup>1</sup> Arquivo da turma é uma pasta online onde cada disciplina pode colocar documentos para os alunos da turma.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGIA**

A metodologia de investigação pode adotar vários tipos e obedecer a princípios distintos, procurando dar sentido e organização à forma como é gerado o conhecimento. Com este estudo pretendeu-se contribuir para a compreensão de como é que uma abordagem STEM para o ensino da Transformação de energia pode influenciar o desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos, as suas aprendizagens, a sua atitude e motivação face às Ciências. Para encontrar resposta ao problema e às questões de investigação optou-se por uma metodologia mista, com recolha de dados qualitativos e quantitativos. Neste estudo adotou-se ainda como estratégia de investigação um estudo sobre a própria prática.

Este capítulo encontra-se organizado em quatro secções. Na primeira secção apresenta-se a fundamentação metodológica do estudo, na segunda secção é feita a caracterização dos participantes no estudo, na terceira secção apresenta-se os instrumentos de recolha de dados e a quarta secção refere-se à análise de dados.

### **FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA**

Para levar a cabo uma investigação é essencial ter um conhecimento das diversas abordagens ou estilos de pesquisa educacional. A escolha da metodologia de investigação é influenciada pelas questões de investigação (Punch, 1998). Isto porque os métodos a utilizar vão procurar dar resposta às questões formuladas.

Os dois principais *designs* de investigação em educação são o *design* qualitativo e *design* quantitativo, considerados por muitos autores como metodologias muito distantes e incompatíveis. Para se optar pela melhor abordagem a seguir é necessário estar ciente do que se pretende estudar, pois qualquer uma delas tem os seus pontos fortes e fracos, sendo cada uma apropriada para um determinado contexto. Quando o objetivo é compreender as perceções individuais, pode-se adotar uma perspetiva qualitativa. Numa perspetiva quantitativa, procura-se recolher factos e estudar a relação entre eles. Contudo,

uma abordagem não elimina a outra. Há autores como Creswell (2003), Creswell e Tashakkori, (2007), Moraes e Neves (2006b) consideram que os dois tipos de abordagem usadas em simultâneo numa investigação podem ser benéficas, designando assim esta abordagem por metodologia mista.

De acordo com Bodgan e Biklen (1994) na investigação qualitativa as questões a serem investigadas são estabelecidas com o intuito de estudar o fenómeno em toda a sua complexidade e no contexto natural, não sendo, portanto, construídas por operacionalização de variáveis. Não são formuladas hipóteses que se pretendam testar, mas antes questões que orientam o estudo. Para Bodgan e Biklen (1994), a investigação qualitativa é um modelo de investigação que privilegia a descrição e o estudo das percepções pessoais. Para estes autores existem cinco características presentes em qualquer investigação qualitativa: (a) o ambiente natural constitui a fonte direta de recolha de dados e o investigador o seu principal instrumento; (b) os dados recolhidos são de natureza descritiva; (c) o processo é mais importante que o produto final; (d) a análise de dados segue um processo indutivo; e (e) o significado assume uma importância central, isto é, as perspetivas dos participantes têm importância crucial. Com efeito, para estes autores, a investigação qualitativa parte de uma base naturalista, é descritiva, pressupõe uma orientação interpretativa e uma análise de dados indutiva. Para estes autores na investigação qualitativa as questões a serem investigadas são estabelecidas com o intuito de estudar o fenómeno em toda a sua complexidade e no contexto natural, não sendo, portanto, construídas por operacionalização de variáveis. Não são formuladas hipóteses que se pretendam testar, mas antes questões que orientem o estudo. Para Bryman (1995) a generalização é uma limitação na investigação qualitativa. A subjetividade do investigador e a sua habilidade também são limitações apresentadas na literatura.

Numa abordagem quantitativa as questões do estudo e o *design* são estabelecidos inicialmente como guia do estudo, à partida sabe-se aquilo a que o estudo deve responder, os dados apresentam-se sobre a forma de números (a partir de contagem, frequência em escala ou ambas). Isto significa que as questões de investigação são pré-especificadas e o *design* perfeitamente estruturado. A medição transforma os dados em números e a sua função é ajudar-nos a fazer comparações (Punch, 1998). Neste paradigma positivista a investigação não necessita de uma relação entre o investigador e o objeto de estudo, nem é necessária nenhuma proximidade do investigador com o local de estudo (Rahman, 2017). Neste tipo de estudos não se consegue dados tão ricos em detalhes. Isto porque os



dados só reportam um tipo de informação, são categorizados, havendo um limite e perda de informação (Sandelowski, Voils, & Barroso, 2006).

Matos e Carreira (1994) definem, no plano da conceptualização, dois paradigmas fundamentais: a) os fenómenos são estudados no sentido de serem compreendidos e assim fornecerem elementos fortes para a construção de teoria que os explique – paradigma interpretativo; b) procura de evidências que apoiem dada teoria – paradigma positivista. Estudos mistos combinam técnicas de pesquisa qualitativa e quantitativa. Em estudos de avaliação este *design* de investigação permite ajuizar acerca do mérito e do valor de determinado programa educacional. O recurso aos métodos mistos permite ultrapassar as limitações das metodologias quantitativas e qualitativas, permitindo uma complementaridade dos dados (triangulação) e obter informações de tal forma ricas que não poderiam ser obtidas utilizando cada um dos métodos isoladamente. Para Creswell e Tashakkory (2007) uma metodologia mista é um tipo de investigação onde o investigador recolhe e analisa dados, inclui descobertas e projeta deduções usando quer as abordagens qualitativas quer as quantitativas num único estudo. A metodologia mista também implica desafios para o investigador, como uma recolha de dados variados, capacidade de análise de dados qualitativos e quantitativos e domínio dos dois tipos de metodologia envolvidas. São estes desafios que enriquecem a investigação mista pois permitem uma convergência dos resultados através de diferentes tipos de dados e diferentes análises permitindo uma maior consistência dos resultados de pesquisa (Paranhos, Filho, da Rocha, da Silva Junior, & Freitas, 2016).

Bryman (2007) refere que nos estudos mistos muitas vezes os métodos qualitativos e quantitativos aparecem colecionados e não integrados. Assim será importante na investigação mencionar a que nível os métodos são integrados não só na recolha de dados, mas também na sua análise e tratamento. Para Paranhos, Filho, da Rocha, da Silva Junior e Freitas (2016) existe também a questão de quando um investigador trabalha num estudo misto corre o risco de não se especializar nem num estudo qualitativo, nem num estudo quantitativo, ou seja, não há especialização.

Para Silverman e Marvasti (2008), nenhuma metodologia é melhor do que outra, mas sim o tipo de estudo é que está mais adequado a uma metodologia de acordo com a sua problemática. Quando o objetivo é compreender as perceções individuais, pode-se adotar uma perspetiva qualitativa. Numa perspetiva quantitativa procura-se recolher factos e estudar a relação entre eles. Corroborando o exposto anteriormente uma

abordagem não elimina a outra, há investigadores que por vezes necessitam de recorrer aos dois tipos de abordagem.

No estudo descrito nesta dissertação, como já referido anteriormente, pretendeu-se compreender como é que uma tarefa STEM pode influenciar o desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos, as suas aprendizagens e também como influencia a atitude e motivação dos alunos face às Ciências, os elementos são assim provenientes de uma análise qualitativa e de uma análise quantitativa, ou seja, corresponde a uma fusão que engloba vários elementos de ambas as metodologias (Bryman, 1995). Assim, optou-se por uma investigação mista, visto que a procura de resposta para o problema estudado abraça as duas perspetivas, qualitativa e quantitativa, onde no paradigma interpretativo se recorreu a entrevistas em grupo focado, registos escritos dos alunos e teste de associação de palavras (WAT), e na perspetiva quantitativa se recorreu a um questionário.

Neste estudo realizou-se uma investigação na própria prática, sendo a investigadora a professora dos alunos envolvidos no estudo. A investigadora esteve sempre presente no ambiente natural onde decorreu a investigação, sala de aula. Na investigação sobre a própria prática os professores investigam-se a si próprios através da observação, descrição e compreensão dos seus alunos, turmas, colegas e currículo, estando próximos do fenómeno ao invés de se focarem em pessoas particulares, histórias e situações, interpretando através de contextos e narrativas da sua experiência pessoal e profissional (Burton & Bartlett, 2005).

O papel do atual professor de ciências é o de ser um mediador na aprendizagem do aluno, procurando o equilíbrio entre os conhecimentos académicos e o desenvolvimento de competências mais abrangentes que permitirão ao aluno desenvolver-se como pessoa. Sendo de extrema importância este papel, o professor deve tomar uma posição mais ativa no processo de ensino-aprendizagem, tendo uma atitude investigativa e reflexiva o professor estará a contribuir para uma melhor compreensão da sua função. O interesse e envolvimento de professores de diferentes graus de ensino tem aumentado, pois cada vez mais os professores sentem mais necessidade de refletir sobre a sua própria prática procurando resolver problemas com que se deparam (Zeichner & Noffke, 2001). Ponte (2005) refere que não se pretende transformar os professores em profissionais de investigação, mas sim profissionais mais competentes, com mais recursos e mais possibilidades de ação. O mesmo autor defende que após uma investigação sobre a prática ocorrem mudanças relativamente à resolução dos problemas que os professores

identificam, ao seu desenvolvimento profissional e às organizações onde estes estão inseridos. Quando entendido como um processo crítico e reflexivo o ensino pode tornar-se um estudo contínuo e crítico das práticas pedagógicas do professor, pois este vai debruçar-se sobre o porquê das suas opções e ações.

Nos estudos realizados em educação não é fácil garantir a validade da investigação. Isto porque existem fatores externos os quais não podemos prever, muitas vezes, pode faltar ao investigador o controlo sobre o que está a acontecer e, provavelmente, sobre quem está a agir. Para que se possam ultrapassar alguns problemas para além de considerar a validade externa também se tem de ter em conta a validade interna. Um estudo tem validade interna se o seu resultado está em função do programa ou abordagem a testar, mais do que de outras causas não relacionadas sistematicamente com esse estudo. A validade interna é conseguida através de vários procedimentos de triangulação. Este método prende-se com a recolha de dados efetuada, através de uma diversidade técnicas, para conseguir explicar o fenómeno de forma aprofundada, tentando compreender toda a sua riqueza e complexidade (Burns, 2000).

Neste estudo todas estas questões éticas foram tratadas com o devido cuidado, para que não houvesse qualquer problema. Durante todo o trabalho, e em particular a recolha de dados, procurou assentar num consentimento informado. No início da investigação os alunos e a direção da escola foram informados da intenção do estudo, procurando clarificar de forma rigorosa o projeto de trabalho. Todas as questões referentes ao anonimato e confidencialidade foram discutidas com os participantes.

## **PARTICIPANTES**

O estudo realizou-se numa Escola de Ensino Particular e Cooperativa do distrito de Lisboa. Esta é a única escola da área de residência para muitos alunos do Concelho de Torres Vedras. Os alunos da turma que participaram no estudo, frequentavam todos, pela primeira vez o 9.º ano de escolaridade. A turma era constituída por 31 alunos, 21 rapazes e 10 raparigas, com idades compreendidas entre os 13 e os 16 anos. Com exceção de dois alunos, que integraram a turma no 8.º ano de escolaridade (2018/2019), todos os alunos faziam parte da turma desde o 7.º ano de escolaridade (2017/2018). Relativamente a

retenções em anos letivos anteriores, existiam apenas quatro alunos, dois alunos tiveram uma retenção no 1.º Ciclo do Ensino Básico, um aluno repetiu o 7.º ano de escolaridade e um aluno teve uma retenção no 1.º Ciclo do Ensino Básico e uma no 7.º ano de escolaridade.

A escolha desta turma relacionou-se com o facto de haver uma boa relação da investigadora com a turma, tinha sido diretora de turma e professora de Físico-Química nos dois anos letivos anteriores (2017/2018 e 2018/2019), o facto de uma grande parte dos alunos desta turma serem motivados para o Ensino das Ciências, os resultados nas disciplinas de Matemática, Ciência Naturais e Físico-Química nos anos letivos anteriores foram entre o nível três e quatro, por ser uma turma muito receptiva a novas propostas e com facilidade em aderir a estudos propostos, quer por parte dos alunos, quer por parte dos pais. No ano letivo anterior, 2018/2019 a turma foi seleccionada para participar no estudo TIMSS8 2019 (*Trends in International Mathematics and Science Study*) e aderiram muito bem. Desde o 7.º ano que era uma turma com alunos agitados, pelo facto de haver muitos a quererem participar. Nas aulas de Físico-Química foi sempre uma turma onde houve diálogo entre alunos e a professora. Na maioria eram alunos que entendiam o que era transmitido e tinham muitas opiniões sobre os vários temas e assuntos. Não havia casos graves de indisciplina.

Os alunos provêm de um meio social médio, do Concelho de Torres Vedras. Alguns alunos (32%) beneficiaram de apoio socioeconómico. Relativamente às habilitações literárias dos pais, na maioria as mães (48%) e os pais (32%) têm o 12.º ano de escolaridade, uma minoria de mães (13%) e pais (6%) têm a licenciatura. Dois alunos não têm conhecimento das habilitações do pai, por não terem contacto com o pai e um dos alunos o pai faleceu (ver quadro 4.1.). A nível de estabilidade familiar a maioria (77%) dos alunos vivia com ambos os pais. Desde o início do 3.º ciclo que era a turma, do seu ano, com mais presença de pais nas reuniões finais de período. Com frequência os pais contactavam o diretor de turma.

Quadro 4.1. *Distribuição das mães e dos pais por habilitações literárias*

<b>Habilitações literárias</b>	<b>Mãe</b>	<b>%</b>	<b>Pai</b>	<b>%</b>
<b>1.º Ciclo do Ensino Básico</b>	0	0	4	13
<b>2.º Ciclo do Ensino Básico</b>	3	10	5	16
<b>3.º Ciclo do Ensino Básico</b>	9	29	7	23
<b>E. Secundário</b>	15	48	10	32
<b>Licenciatura</b>	4	13	2	6
<b>Desconhecido</b>	0	0	3	10

Antes da aplicação da atividade STEM em sala de aula, os alunos foram informados da intenção da realização do estudo e foi pedida aos Encarregados de Educação a autorização para a sua realização (Apêndice B). Num primeiro contacto formal no âmbito do estudo foi dado a conhecer a cada um dos participantes os objetivos e as questões da investigação e procurando enfatizar que este estudo não teria subjacentes interesses de carácter avaliativo.

## **RECOLHA DE DADOS**

Neste estudo usou-se como instrumentos de recolha de dados WAT (*Word Association Test*) antes e depois da intervenção, entrevista em grupo focado, registos escritos dos alunos e um questionário pré e pós teste. A utilização destes métodos de recolha de dados teve como finalidade a triangulação dos dados, o que é considerado fundamental para a credibilidade dos dados recolhidos.

### **WAT**

O WAT (*Word Association Test*) é um instrumento de recolha de dados que permite estudar os processos de raciocínio dos alunos uma vez que possibilita a compreensão das conexões mentais estabelecidas a partir de palavras estímulo. Foram desenvolvidos por Johnson (1967, 1969). Foram testes utilizados com muita frequência

em estudo desenvolvidos até 1980. Para Hovardas e Korfiatis (2006), a associação de palavras é apenas uma de muitas técnicas para explorar a mudança conceitual e nenhuma técnica aborda adequadamente todos os aspectos que influenciam a mudança conceitual e a sua avaliação.

Para implementar estes testes, o investigador seleciona conceitos relevantes (palavras de estímulo) e solicita aos alunos que escrevam palavras associadas a esses conceitos (palavras de resposta) num determinado período de tempo (Nakiboğlu, 2008). Neste tipo de testes os alunos não têm tempo para se preparar, respondem o que pensam no momento. Este tipo de teste pode ser aplicado a um grande número de alunos e em apenas 5 minutos (Bahar et al., 1999). Para esta investigação elaborou-se um WAT (Apêndice C) com 10 palavras estímulo para as quais os alunos tiveram de escrever palavras associadas durante 10 minutos. Na análise foram construídos mapas de conceitos a partir da frequência das respostas (Bahar et al., 1999).

Para compreender a relação que os alunos estabelecem entre os conceitos, para cada palavra resposta os alunos também tiveram de escrever frases onde relacionaram a palavra estímulo com a palavra resposta, assim através destas frases foi possível entender a ligação que os alunos fizeram nos conceitos, procurando evitar uma das limitações deste tipo de testes (Nakiboğlu, 2008). Para Akman e Koçoğlu (2016) o teste de associação de palavras é uma técnica eficiente de medida e avaliação nas relações entre os conceitos. Também no estudo realizado por Bahar et al. (1999) os resultados mostraram que o teste de associação de palavras é uma técnica poderosa para revelar o tipo e a quantidade de conceitos na mente dos alunos, bem como a ligação entre eles. Estes autores consideram também que o professor pode estimular os alunos a comparar as suas próprias respostas com as de outros alunos, com a finalidade de lhes mostrar que existe mais de uma forma de ver os conceitos. Essa comparação de respostas pode levar a uma discussão que pode ampliar o conhecimento e compreensão do conceito.

Estudos de investigação na área de Físico-Química (Bahar et al., 1999; Derman & Eilks, 2016) revelam a importância de realizar pré e pós teste para compreender a estruturas cognitivas dos alunos. Assim, neste estudo foi aplicado o WAT no início da atividade STEM e posteriormente no fim da atividade com a finalidade de compreender as estruturas cognitivas dos alunos no tema da transformação de energia.

## ***Entrevista***

Em investigação qualitativa, as entrevistas podem ser utilizadas de duas formas. Podem constituir a estratégia dominante para a recolha de dados ou podem ser utilizadas em conjunto com a observação participante, análise de documentos e outras técnicas. Em todas estas situações a entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspetos do mundo (Bogdan & Biklen, 1994). As entrevistas são uma forma importante de recolha de dados, pois permitem saber o que o sujeito pensa sobre determinado fenómeno. A entrevista é normalmente classificada, quanto ao tipo, em estruturadas, não estruturadas ou semi-estruturadas, dependendo do tipo e grau de abertura das questões colocadas (Bogdan & Biklen, 1994).

Numa entrevista semi-estruturada, utiliza-se um guião com um conjunto de questões que são exploradas no decurso da entrevista e que são orientadas para um assunto particular e pré-determinado. Neste tipo de entrevista o entrevistador é livre de explorar e clarificar, durante a entrevista, alguns aspetos não totalmente compreendidos de modo a clarificar um assunto em particular. O guião da entrevista não é um instrumento rigoroso que tenha de ser seguido ao pormenor e não possa ser alterado no decorrer da entrevista, este instrumento apenas garante ao entrevistador uma abordagem de todos os tópicos ou temas especificados.

Neste trabalho foi aplicada uma entrevista semi-estruturada a três grupos de alunos no final da aplicação da atividade STEM. A finalidade foi perceber as aprendizagens realizadas, os desafios sentidos durante a realização da tarefa e o que pensavam os alunos sobre este tipo de atividades nas aulas de Físico-Química. A entrevista foi baseada num guião (Apêndice D) preparado com um conjunto de questões que foram exploradas no decorrer da entrevista. O guião foi sobretudo para orientação e não como um plano rígido. Como esta investigação foi desenvolvida no decorrer pandemia de COVID-19 e de acordo com as orientações governamentais de saúde pública, as atividades letivas presenciais foram suspensas a partir de 16 de março de 2020, a entrevista decorreu já no Ensino@Distância, assim foi realizada em moldes um pouco diferentes dos habituais. A entrevista foi realizada através do *Google Meet*, apenas com a gravação de áudio. As entrevistas foram efetuadas com a autorização dos encarregados de educação (Apêndice E).

### ***Análise documental***

A análise de documentos seguida, na maioria das investigações educacionais, pode ser usada segundo duas perspetivas: servir para completar a informação obtida por outros métodos, esperando encontrar-se nos documentos informações úteis para o objeto em estudo; ser o método de pesquisa central, ou mesmo exclusivo, de um projeto e, neste caso, os documentos são o alvo de estudo por si próprios (Bell, 2004).

Quanto à natureza dos documentos, estes podem ser classificados em fontes primárias ou em fontes secundárias (Cohen & Manion, 1994). No caso deste estudo, os documentos analisados são de fonte primária, pois utilizaram-se os registos escritos dos alunos, as respostas dadas pelos alunos no decorrer da atividade assim como a planificação do protótipo que construíram. Para a caracterização dos participantes utilizaram-se documentos oficiais como os registos biográficos dos alunos e os questionários de direção de turma.

### ***Questionários***

O questionário segundo Tuckman (1994), é utilizado pelos investigadores para converter em dados as informações recolhidas diretamente do sujeito. Permite o acesso àquilo que está dentro da cabeça da pessoa, ao que o sujeito sabe (conhecimento ou informação), gosta ou não gosta (valores e preferências) e ao que pensa (atitudes e crenças). No entanto os questionários apresentam algumas limitações já que os inquiridos devem estar dispostos a colaborar, mencionar o que efetivamente é (e não aquilo que pensam que deve ser ou o que esperam que o investigador queira obter) e conhecer o que pensam e creem de modo a poderem expressá-lo.

Pardal e Correia (1995) apresentam como uma das vantagens da utilização dos questionários o facto de eles poderem ser administrados a uma amostra lata do universo, garantindo, em princípio o anonimato – condição necessária para a autenticidade das respostas. Como desvantagem consideram o facto de, por vezes, os inquiridos terem dificuldades na compreensão das questões e poderem ler todas as questões antes de responder – o que não é conveniente. A apresentação do questionário deve conter uma nota introdutória, incluindo a explicação do objetivo do mesmo, as instruções de preenchimento e um agradecimento ao participante.



No início e no final da aplicação da tarefa STEM os alunos responderam a um questionário sobre carreiras, interesse e motivação dos alunos em relação a áreas STEM, construído no âmbito do projeto “Let’s GoSTEM”, financiado pela FCT (PTDC/CED-EDG/31480/2017). Este questionário (Apêndice F) é composto por 36 itens para posicionar os alunos em relação ao seu percurso escolar nas áreas STEM, numa escala de Likert de 5 pontos (1 – Discordo totalmente; a 5 – Concordo Totalmente) e por 26 itens para avaliar a atitude dos alunos face à disciplina de Físico-Química também numa escala de Likert de 4 pontos (1 – Discordo totalmente; a 4 – Concordo Totalmente). O questionário resultou de adaptações de três instrumentos, a saber: STEM-CIS (Kier et al., 2014), CIQ (Christensen & Knezek, 2017) e AtPC (Vieira et al., 2016). O questionário de Kier et al. (2014) permite a avaliação do interesse dos alunos em prosseguir uma carreira profissional numa área STEM. Este questionário teve como base a SCCT (*Social Cognitive Career Theory*) que permite aos investigadores utilizar medidas de autoeficácia, expectativas de resultados, *inputs* e *backgrounds* pessoais e suportes ou barreiras contextuais para explicar as escolhas académicas ou profissionais dos alunos. Foi também utilizado o questionário descrito por Christensen e Knezek (2017), *Career Interest Questionnaire* CIQ, composto por 13 itens (Escala Likert de 5 pontos) divididos por três dimensões: a) percepção que os alunos têm sobre um ambiente favorável/de suporte para prosseguirem uma carreira numa área científica; b) interesse/intenção em prosseguirem os seus estudos, com vista à possibilidade de uma carreira científica; c) importância que os alunos atribuem a uma carreira científica. Por último, usou-se o questionário de Vieira et al. (2016) que pretende avaliar as atitudes relativamente às aulas de Ciências

## ANÁLISE DE DADOS

Após a recolha de dados, o investigador vê-se confrontado com um conjunto de material compilado no campo. Os instrumentos usados na recolha qualitativa fornecem dados que não são, em si mesmo, um conjunto de dados, mas são, sim, uma fonte de dados. As respostas dos alunos ao WAT, os documentos escritos dos alunos e a gravação das entrevistas de grupo focado não são dados. Mesmo as transcrições das entrevistas não o são. Tudo isto constitui material documental a partir do qual os dados serão construídos

graças aos meios formais que a análise proporciona (Erickson, 1986). É importante identificar padrões e regularidades e decidir o que é relevante para ser apresentado aos outros (Bogdan & Biklen, 1994).

A análise de dados foi realizada tendo presente as questões de investigação. Para a primeira questão, que pretendia conhecer a evolução nas estruturas cognitivas dos alunos, analisou-se as respostas dos alunos ao WAT pré e pós-teste. Na análise do WAT começou-se por verificar as palavras resposta que teriam coerência associadas às palavras estímulo para o tema Transformação de energia. Construiu-se uma tabela de frequências com as palavras-estímulo e com as palavras-resposta nos momentos pré-teste (M1) e pós-teste (M2). Para além da tabela de frequências construiu-se uma tabela com o número de respostas diferentes para cada palavra estímulo nos dois momentos. O número de respostas diferente para uma palavra-estímulo evidencia a relevância dessa palavra, enquanto que uma palavra-estímulo com pouca diferença nas respostas não tem significado (Bahar et al., 1999).

Responderam ao WAT 31 alunos no pré-teste, mas como o pós-teste foi realizado na última semana antes do encerramento dos estabelecimentos de ensino devido à Pandemia de Covid-19, faltaram 4 alunos, assim na análise dos dados retirou-se as respostas pré-teste correspondentes aos alunos em falta. Na realização do WAT foi pedido aos alunos que escrevessem frases que relacionassem as palavras-estímulo com as suas palavras-resposta, isto para distinguir a natureza das conexões que os alunos estabelecem entre as palavras e suprimir a limitação do WAT apresentada por Nakiboğlu (2008), o que permite uma análise qualitativa das frases escritas pelos alunos e incluir exemplos de respostas para cada um dos intervalos de frequência.

De modo a dar resposta à segunda questão de investigação, sobre as aprendizagens realizadas pelos alunos, analisaram-se os documentos escritos dos alunos e as entrevistas em grupo focado. Nos guiões de trabalho da tarefa STEM os alunos planearam a construção do protótipo e registaram alterações, assim como conteúdos abordados. Depois de analisado o conteúdo destes documentos recolheram-se dados relevantes da entrevista de grupo focado de modo a corroborarem os dados escritos. Nesta análise recorreu-se ao modelo interativo, proposto por Miles e Huberman (1994), que consiste em três fases: a redução dos dados, a sua apresentação e a interpretação/verificação das conclusões.

*A redução dos dados.* Miles e Huberman (1994) definem esta componente como um processo de “seleção, de centração, de simplificação, de abstração e de transformação” do material compilado. Esta operação é contínua, começa desde que se determina o campo empírico de observação e vai até à fase em que se decide aplicar um sistema de codificação e proceder a resumos.

*Organização e apresentação dos dados.* Miles e Huberman (1994) definem a fase de tratamento dos dados como “a estruturação de um conjunto de informações que vai permitir tirar conclusões e tomar decisões”. Estes autores descrevem cerca de quinze modos, agrupados em duas famílias, de apresentação dos dados qualitativos que permitem, igualmente, proceder a uma redução visual deste. As famílias são as figuras ou gráficos, muito adequados aos dados qualitativos, e as matrizes ou quadros, também utilizados com frequência na apresentação de dados quantitativos.

*Interpretação e verificação das conclusões.* Esta componente consiste na atribuição de significado aos dados reduzidos e organizados através da formulação de relações ou de configurações expressas em proposições ou modelos. As conclusões começam a emergir com a representação e organização dos dados e que vão sendo, sistematicamente, testadas no confronto com os dados recolhidos, quanto a sua plausibilidade e validade. As conclusões finais só podem ser tiradas após a conclusão de todo o processo analítico.

Por fim, para dar resposta à última questão de investigação analisaram-se as respostas dos alunos ao questionário e à entrevista em grupo focado. Para avaliar as respostas dadas no questionário dividiu-se em quatro categorias (Quadro 4.2.):

- Estímulo face à disciplina de Físico-Química – grau de envolvimento dos alunos na disciplina de Físico-Química;
- Entusiasmo face ao trabalho desenvolvido na disciplina de Físico-Química – grau de interesse e envolvimento nas aulas de Físico-Química;
- Perceção dos resultados na disciplina de Físico-Química - posicionamento dos alunos em relação aos resultados na disciplina;
- Perspetiva da aplicação futura da disciplina –posicionamento face a utilidade futura da disciplina de Físico-Química

Quadro 4.2. Distribuição das questões do questionário pelas categorias analisadas

<b>Categoria</b>	<b>Questão</b>
Estímulo face à disciplina de Físico-Química	<b>Percurso</b>
	Q4 Eu tento dar o meu melhor nas aulas de Ciências? Q8 Eu gosto das minhas aulas de Ciências?
	<b>Atitudes</b>
	Q4 Nos dias em que há Físico-Química tenho mais vontade de ir às aulas? Q10 A expressão “Físico-Química” provoca-me uma sensação desagradável? Q23 Resolver problemas de Físico-Química desanima-me? Q24 A disciplina de Físico-Química irrita-me?
Entusiasmo face ao trabalho desenvolvido na disciplina de Físico-Química	<b>Percurso</b>
	Q2 Eu consigo fazer os trabalhos de casa de Ciências?
	<b>Atitudes</b>
	Q1 Divirto-me a estudar Físico-Química? Q7 Estudar Físico-Química dá-me alegria? Q9 Acho que estudar Físico-Química é perda de tempo? Q16 Gosto de estudar Físico-Química? Q21 Realizo as atividades de Físico-Química com facilidade? Q22 Seria bom deixar de estudar Físico-Química?
Perceção dos resultados na disciplina de Físico-Química	<b>Percurso</b>
	Q1 Consigo ter boas notas a Ciências?
	<b>Atitudes</b>
	Q3 Consigo ter bons resultados sem dificuldades a Físico-Química? Q6 Para mim Físico-Química é uma disciplina difícil? Q13 Para mim é fácil ser bom/a aluno/a a Físico-Química?

<b>Categoria</b>	<b>Questão</b>
Perspetiva da aplicação futura da disciplina de Físico-Química	<b>Percurso</b>
	Q5 Ter sucesso em Ciências irá ajudar-me na minha carreira futura?
	Q33 Uma carreira na área das Ciências iria permitir-me trabalhar em equipa?
	<b>Atitudes</b>
	Q11 Percebo a aplicação prática da Físico-Química?
	Q14 Sinto que resolver as atividades de Físico-Química é útil para a vida?
	Q17 Penso que a Físico-Química é útil no dia-a-dia?

Ainda se procedeu a análise estatística simples, através de *excel*, convertendo para percentagens as respostas dos alunos pré e pós teste do questionário. A partir destes dados estatísticos foram construídos gráficos. Depois desta análise procedeu-se a uma análise de conteúdo das entrevistas em grupo focado, procurando-se os episódios que estavam enquadrados nas dimensões que emergiram dos dados do questionário.

## **CAPÍTULO 5**

### **RESULTADOS**

Neste capítulo apresentam-se e analisam-se os resultados do trabalho realizado com os alunos de 9.º ano de escolaridade, no tema Transformação de energia. Estes resultados constituem uma resposta às questões de investigação colocadas e decorrem da análise do WAT pré e pós teste, do questionário sobre as atitudes dos alunos face à disciplina de Físico-Química, da entrevista em grupo focado e dos documentos escritos dos alunos. O capítulo está organizado em três secções de acordo com as questões de investigação. Assim na primeira secção analisa-se a evolução das estruturas cognitivas dos alunos. Na segunda secção descrevem-se as aprendizagens realizadas pelos alunos durante a proposta STEM. Por fim, analisam-se as mudanças que ocorreram na atitude e motivação dos alunos face à Ciência decorrentes da atividade STEM.

#### **EVOLUÇÃO DAS ESTRUTURAS COGNITIVAS DOS ALUNOS**

A primeira questão de investigação deste trabalho pretende averiguar a evolução das estruturas cognitivas dos alunos durante a aplicação de uma atividade com abordagem STEM. Para dar resposta à questão analisaram-se as respostas dos alunos ao WAT, antes e depois da intervenção. A tabela de frequências (Quadro 5.1.) foi construída colocando as palavras-estímulo na primeira linha, os momentos pré-teste (M1) e pós-teste (M2) na segunda linha e na primeira coluna as palavras-resposta. Construiu-se, ainda, a tabela (Quadro 5.2.) com o número de respostas diferentes para cada palavra estímulo nos dois momentos, pré-teste (M1) e pós-teste (M2).

Quadro 5.1. Tabela de frequências WAT pré-teste e pós-teste

Palavras resposta	Energia Cinética		Energia Potencial		Massa		Velocidade		Força		Transferência		Deformação		Gravidade	
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Velocidade	6	18			2								1	1		
Rapidez							8	11								
Movimento	10	3	4				4	3	1	1				2		
Repouso			6	1												
Energia	5	1	2						2	1	9	12				2
E <sub>p</sub>	3	5			1	5					1	10				
E <sub>c</sub>			3	6	1	6	1	10			1	10				
Elástica			3	19								1		3		
Corpo	3	3	5	2	18	11	9	5	5	2	2	3	13	10	2	2
Massa	4	19		17			1	1		2	1	2		1	1	4
Força	2	1			2						1	1	7	5	13	10
Peso		1			15	15		1	2	1					2	3
Gravítica			4	19					5	10					5	1
Gravidade						1			2	1						
Deformação				13					3	3						
Altura				15		1										2
Elástico				2										4		
Mola				1												
Transformação											2	2	7	7		

Quadro 5.2. Tabela com o número de respostas diferentes por palavra estímulo no pré-teste (M1) e no pós-teste (M2)

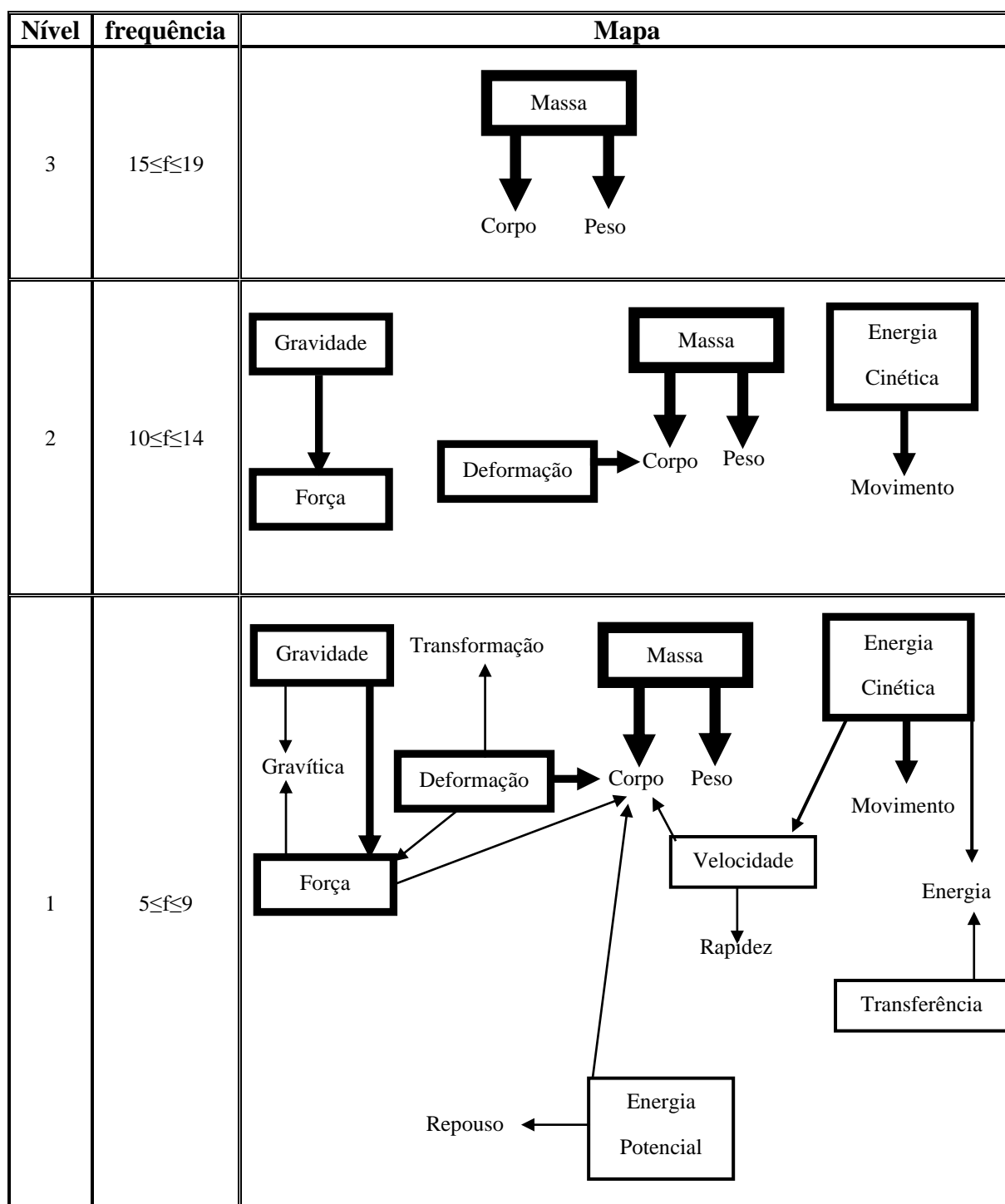
Palavra estímulo	M1	M2
Energia Cinética	7	8
Energia Potencial	7	10
Massa	6	6
Velocidade	5	6
Força	7	8
Transferência	7	8
Deformação	4	8
Gravidade	5	7
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>61</b>

De acordo com os dados apresentados na tabela de frequências (Quadro 5.1.), construiu-se os mapas das estruturas cognitivas dos alunos, para o pré-teste (M1), Quadro 5.3., e para o pós-teste (M2), Quadro 5.4.. A construção dos mapas foi realizada colocando as palavras-estímulo dentro de um quadrado e as palavras-resposta sem quadrado. Das palavras-estímulo para as palavras-resposta desenharam-se setas. A largura dos quadrados e das setas é determinada pelo valor da frequência da palavra-resposta à palavra-estímulo e representa a força das associações: quanto mais espessa a seta, maior a frequência e, consequentemente, maior a associação. Desta forma, é possível ter uma ideia da força e direção das associações e obter uma relação entre os conceitos e as estruturas cognitivas dos alunos (Nakiboğlu, 2008). O maior intervalo de frequências correspondeu a  $15 \leq f \leq 19$  nos dois momentos (M1 e M2). O menor intervalo de frequências correspondeu a  $5 \leq f \leq 9$  no M1 e  $10 \leq f \leq 14$  no M2.

Para as estruturas cognitivas dos alunos no pré-teste (M1) existem três níveis. No nível 3 aparece apenas uma palavra-estímulo “Massa”. No nível 2 acrescentam quatro palavras-estímulo e no nível 1 surgem as palavras-estímulo em falta nos níveis anteriores, ou seja, neste nível surgem as oito palavras-estímulo apresentadas no teste WAT.



Quadro 5.3. Mapa das Estruturas Cognitivas dos alunos no pré-teste (M1)



No nível de associação mais forte das estruturas cognitivas dos alunos, nível três, na frequência de 15 a 19, aparece apenas uma palavra-estímulo, “Massa” associada a duas palavras-resposta “Corpo” e “Peso”. Neste nível as setas são mais largas de modo a indicar uma conexão mais forte. Para exemplificar a ideia dos alunos para esta conexão

apresentam-se algumas frases retiradas do teste dos alunos: “Todos os corpos têm massa.”; “Diferentes corpos podem ter diferentes massas.”; “A massa permite-nos medir o peso de um corpo.”; “Uma massa tem peso.”; “Quanto maior a massa, mais pesado é o objeto.” Verifica-se que há 18 alunos que associam a massa como uma propriedade de um corpo e 15 alunos que relacionam a massa com o peso.

No nível dois, na frequência 10 a 14, surge uma conexão entre duas das palavras-estímulo “Massa” e “Deformação”, através da palavra-resposta “Corpo”. Neste nível os quadrados das palavras-estímulo e as setas das respostas são ligeiramente mais finas que as anteriores para mostrar uma conexão mais fraca. Para exemplificar esta conexão retiraram-se as seguintes frases do teste dos alunos: “Quando há colisão entre dois corpos há deformação.”; “Um corpo pode sofrer deformação.” Assim podemos afirmar que 13 alunos associam deformação a um corpo.

Para o mesmo nível de frequências, surge a palavra-estímulo “Gravidade” tendo como resposta a palavra-estímulo “Força”. A frase elaborada por alguns alunos para esta conexão: “A gravidade é uma força de atração à distância, que é gerada por corpos com muita massa como os planetas.”. Para 13 alunos a palavra gravidade está associada à força.

Surge ainda neste segundo nível, a palavra “Energia Cinética” tendo como palavra-resposta “Movimento”. Para esta associação alguns dos alunos escreveram a seguinte frase: “A energia cinética está associada ao movimento.”. Neste caso 10 alunos compreendem que a Energia Cinética está associada ao movimento.

Podemos inferir pelas conexões do nível dois e pelos exemplos que alguns alunos percebem que um corpo pode sofrer deformação, compreendem que a gravidade é uma força e associam a Energia Cinética ao movimento.

No nível de associação mais fraco, para a frequência de 5 a 9 surgem três palavras-estímulo em falta, ficando assim este nível completo com todas as palavras-estímulo apresentadas aos alunos no WAT. As palavras-estímulo estão em quadrados com linhas mais finas e as palavras-resposta têm setas mais finas que as anteriores para indicar uma conexão mais fraca. Neste nível surge uma conexão entre as palavras-estímulo “Gravidade” e “Força” através da palavra-resposta “Gravítica”. Exemplos de frases que os alunos escreveram para esta conexão foi: “A gravidade é uma força gravítica.”;

“Gravidade – Força – Força gravítica”; “A gravidade está ligada à força gravítica.”; “Uma força pode ser gravítica.”.

Surge uma conexão entre as palavras-estímulo “Deformação” e “Força”, isto porque a palavra-estímulo “Deformação” tem como resposta “Força” e por sua vez a palavra-estímulo “Força” tem como palavra-resposta “Corpo” que já era palavra-resposta da palavra-estímulo “Deformação”. Frases dos alunos de exemplo para esta conexão: “Um corpo pode ser deformado por ação de uma força.”; “Os corpos podem ser deformados através da força.”.

Surge também no nível um a palavra “Transformação” como resposta à palavra-estímulo “Deformação”. Alguns exemplos de frases dos alunos para esta conexão: “A força de atrito deforma os corpos pelo desgaste.”; “A deformação é o processo de modificação de um objeto maleável sujeito a uma força de contacto.”.

A palavra-estímulo “Energia Potencial” surge neste nível com duas respostas, “Repouso” e “Corpo”. Também a palavra-estímulo “Velocidade” surge com a palavra-resposta “Corpo”. Assim a palavra-resposta “Corpo” leva a uma conexão entre as palavras-estímulo “Massa”, “Deformação”, “Força”, “Velocidade” e “Energia Potencial”. Algumas frases de exemplo para estas conexões: “A força pode ser feita por um corpo.”; “Um corpo pode deformar ao ser exercida uma força sobre ele.”; “A massa pode fazer variar a velocidade e a força.”; “A massa usa-se para calcular a força resultante.”; “Na colisão de um carro com um camião pode existir deformação ou alteração de velocidade.”; “Um corpo tem velocidade superior ao esperado.”; “Um corpo pode variar a sua velocidade.”; “Um carro em movimento tem velocidade.”; “A velocidade está presente em corpos como o carro.”; “Um corpo em repouso tem energia potencial.”; “Um corpo tem energia potencial quando está parado.”.

A palavra-estímulo “Velocidade” surge como resposta da palavra-estímulo “Energia Cinética”. Alguns exemplos para a conexão entre estas duas palavras: “Quanto maior for a velocidade maior será a energia cinética.”; “Quanto maior for a energia cinética maior é a velocidade.”. A palavra-estímulo “Velocidade” também tem como resposta a palavra “Rapidez”. Algumas frases dos alunos retiradas do teste, “A velocidade refere-se à rapidez”; “A velocidade de um carro pode ser rápida ou lenta”.

As palavras-estímulo “Energia Cinética” e “Transferência” surgem no nível frequência mais baixo, com a mesma palavra-resposta “Energia”. Exemplos retirados dos

testes dos alunos: “Pode haver transferência de energia entre corpos.” “Transferência de energia”; “Numa físga, o elástico transfere energia para a pedra, provocando o movimento da pedra.”; “A energia cinética é uma forma de energia.”; “A energia cinética pode transformar-se em energia potencial.”.

Através das conexões e dos exemplos escritos dos alunos podemos inferir que há alguns alunos que conseguem compreender que a força pode ser gravítica, percebem que para haver deformação é necessária uma força exercida num corpo, que poderá mesmo ser a gravidade e a deformação transforma o corpo. Conseguem relacionar a energia cinética com o movimento e a velocidade de um corpo, considerando que esta é um tipo de energia. Os alunos associam a energia potencial ao repouso de um corpo, mas não relacionam com a altura. Também compreendem que há transferência de energia e que pode ser de energia cinética para energia potencial.

Assim verifica-se que antes da realização da atividade mais de metade dos alunos (67%) tinha noção que a massa está relacionada com o corpo, qualquer corpo tem massa e particamente metade dos alunos (56%) relacionava a massa com o peso, distinguindo massa de peso. Menos de metade dos alunos (48%) identificou que a deformação acontece num corpo e associava a gravidade a uma força. Um número ligeiramente menor de alunos (37%), relacionou a energia cinética com o movimento. Um grupo reduzido de alunos (entre 19% e 33%) identificou que a velocidade se relaciona com o corpo e com a sua rapidez, que pode haver transferência de energia, que a deformação transforma o corpo e ocorre por ação de uma força, relacionou a energia cinética com a velocidade, a energia potencial com o repouso de um corpo, a força com o corpo e com a gravidade e por sua vez com a força gravítica.

Quando terminou a implementação da atividade STEM, os alunos realizaram novamente o WAT com as mesmas palavras-estímulo. Para as estruturas cognitivas dos alunos no pós-teste (M2) existem dois níveis. Houve um aumento de respostas diferentes do M1 para o M2. No nível 2 aparecem quatro palavra-estímulo “Energia Cinética”, “Energia Potencial”, “Velocidade” e “Massa”. No nível 1 estão representadas todas as palavras-estímulo. Assim verifica-se que as oito palavras estímulo surgem numa frequência mais elevada do que no pré-teste (M1).

Uma vez que na atividade STEM proposta os alunos tiveram de planear, projetar e executar um modelo onde houvesse transferência de energia num corpo em repouso

para entrar em movimento, seria esperado que desenvolvessem os conhecimentos de energia cinética, energia potencial e transferência de energia. Neste sentido era suposto que as conexões entre energia potencial, energia cinética e velocidade sofressem uma evolução do M1 para o M2.

Quadro 5.4. *Mapa das Estruturas Cognitivas dos alunos no pós-teste (M2)*

nível	frequência	Mapa
2	15≤f≤19	<pre> graph TD     EC[Energia Cinética] --&gt; V[Velocidade]     EC --&gt; M[Massa]     EP[Energia Potencial] --&gt; M     EP --&gt; El[Elástica]     EP --&gt; G[Gravítica]     EP --&gt; A[Altura]     M --&gt; P[Peso]           </pre>
1	10≤f≤14	<pre> graph TD     T[Transferência] --&gt; E[Energia]     T --&gt; EC[Energia Cinética]     T --&gt; EP[Energia Potencial]     EC --&gt; V[Velocidade]     EC --&gt; M[Massa]     V --&gt; R[Rapidez]     V &lt;--&gt; EC     M --&gt; P[Peso]     M --&gt; C[Corpo]     P --&gt; C     C --&gt; D[Deformação]     D --&gt; F[Força]     F --&gt; G[Gravidade]     EP --&gt; El[Elástica]     EP --&gt; Gv[Gravítica]     EP --&gt; A[Altura]     EP --&gt; De[Deformação]     Gv --&gt; F           </pre>

No nível dois, de associação mais forte das estruturas cognitivas dos alunos, frequência 15 a 19, surgem conexões significativas entre quatro palavras-estímulo. A palavra-estímulo “Energia Cinética” tem como resposta às palavras-estímulo “Velocidade” e “Massa” que por sua vez é resposta da palavra-estímulo “Energia

Potencial”. Esta palavra-estímulo tem ainda como palavras-resposta “Elástica”, “Gravítica” e “Altura”. Ainda neste nível a palavra-estímulo “Massa” tem como palavra-resposta “Peso”. Neste nível verifica-se uma conexão entre as palavras estímulo “Energia Cinética” e “Energia Potencial” através da palavra-estímulo “Massa” que é resposta para as duas. Para estas conexões algumas frases elaboradas pelos alunos: “A velocidade relaciona-se com a energia cinética.”; “A energia cinética relaciona-se com a massa.”; “A energia cinética depende da velocidade e da massa.”; “A energia potencial depende da massa.”; “A energia potencial pode ser gravítica ou elástica.”; “A energia potencial divide-se em dois tipos, gravítica e elástica.”; “A energia potencial gravítica depende da massa e da altura, enquanto a energia potencial elástica depende da massa e da deformação de um elástico ou uma mola.”; “A massa é um fator que faz depender a energia cinética e a energia potencial.”; “Energia cinética e energia potencial dependem da massa.”; “A energia potencial elástica depende da massa.”; “Um corpo tem massa.”; “A massa é um fator que faz depender a energia cinética e a energia potencial.”; “A energia potencial e a cinética dependem da massa.”; “A massa do corpo permite ver quanto é que pesa.”. Neste nível de maior frequência podemos inferir que a maioria dos alunos compreendeu que a energia cinética depende da velocidade e da massa, que a energia potencial gravítica depende da massa e da altura e que a energia potencial pode ser gravítica ou elástica.

No nível um, na frequência 10 a 14, numa ligação mais fraca surgem todas as palavras-estímulo apresentadas no WAT. No nível anterior já havia uma conexão entre as palavras-estímulo “Velocidade” e “Energia Cinética”, neste nível esta conexão é reforçada, uma vez que a palavra-estímulo “Velocidade” surge agora com a palavra-estímulo “Energia Cinética” como resposta. A resposta mais comum dada pelos alunos: “A energia cinética depende da velocidade.” Assim é possível afirmar que os alunos compreendem que a energia cinética depende da velocidade.

Para a palavra-estímulo “Energia Potencial” surge mais uma palavra-resposta “Deformação”. Algumas respostas dos alunos: “A energia potencial elástica depende da deformação.”; “A energia potencial elástica depende da massa e da deformação.”; “A deformação pode variar com a massa do corpo.”; “Cada corpo tem a sua massa.”. “O impacto pode provocar a deformação de um corpo.”; “A deformação pode ocorrer nos corpos.”; “A deformação do corpo A foi maior que a deformação do corpo B.”; “A colisão de dois corpos pode levar à deformação dos mesmos.”; “A energia potencial elástica

depende da deformação.” Surge também uma conexão entre as palavras-estímulo “Energia Potencial” e “Força” através da palavra-resposta “Gravítica”. As frases escritas pelos alunos mais comuns para esta conexão são: “A Energia Potencial pode ser gravítica” e “Há vários tipos de força um deles pode ser a força gravítica”.

Neste nível de frequência surge também uma conexão entre as palavras-estímulo “Massa” e “Deformação através da palavra-resposta “Corpo”. Entre as palavras-estímulo “Força” e “Gravidade” também surge uma conexão, pois a palavra “Gravidade” surge como resposta da palavra “Força”. Algumas frases retiradas do teste dos alunos para esta conexão, “A força gravítica permite que objetos fiquem pousados”, “Há vários tipos de forças, representadas por vetores, como a força gravítica.”; “A gravidade é uma força.”

A palavra-estímulo “Velocidade”, tal como no momento pré-teste também surge com a palavra-resposta “Rapidez”. “Quanto maior a rapidez, maior a velocidade do corpo”, “A velocidade de um corpo pode ser rápida ou lenta”. E a palavra-estímulo “Transferência” tem como respostas a palavra “Energia” e as palavras-estímulo “Energia Cinética” e “Energia Potencial”. Alguns exemplos das frases elaboradas pelos alunos para esta conexão: “Existe troca de energia cinética para potencial e vice-versa.”; “A transferência de energia ocorre na energia potencial e na energia cinética.” Esta última conexão é muito importante, uma vez que se pretendia que os alunos compreendessem que é possível transformar energia potencial em energia cinética. Desta conexão e dos exemplos das frases escritas pelos alunos é possível afirmar que os alunos compreenderam que pode haver transformação de energia cinética para energia potencial e vice-versa.

Nas conexões pós-teste, podemos aferir que os alunos após a implementação da tarefa STEM conseguem relacionar a energia cinética com a velocidade (67%) e com a massa (70%), compreender que a energia potencial depende da massa (63%), identificar que a energia potencial pode ser elástica (70%) ou potencial (70%). Através das frases escritas pelos alunos podemos aferir que neste momento, compreendem que a energia potencial elástica vai depender da massa (63%) do corpo e da deformação (48%). Também é possível aferir que os alunos conseguem relacionar a deformação com os efeitos provocados pelo impacto entre dois corpos (48%) e identificam que há deformação na energia potencial elástica (48%).

## APRENDIZAGENS REALIZADAS PELOS ALUNOS

A segunda questão pretende perceber que aprendizagens realizaram os alunos durante a proposta STEM. Para dar resposta a esta questão foram analisadas as respostas à entrevista em grupo focado e os documentos escritos dos alunos.

Na segunda questão da entrevista em grupo focado sobre o que esta atividade permitiu que os alunos aprendessem, os três grupos manifestam ter aprendido conteúdos de Transferência de energia, como mostram os excertos:

*“Permitiu que aprendêssemos a transmitir energia para um carro, a energia potencial elástica.”*

Entrevista em grupo, aluno 2, grupo 1

*“Permitiu-nos perceber melhor a Energia Potencial Elástica e como funciona a força elástica”*

Entrevista em grupo, aluno 3, grupo 2

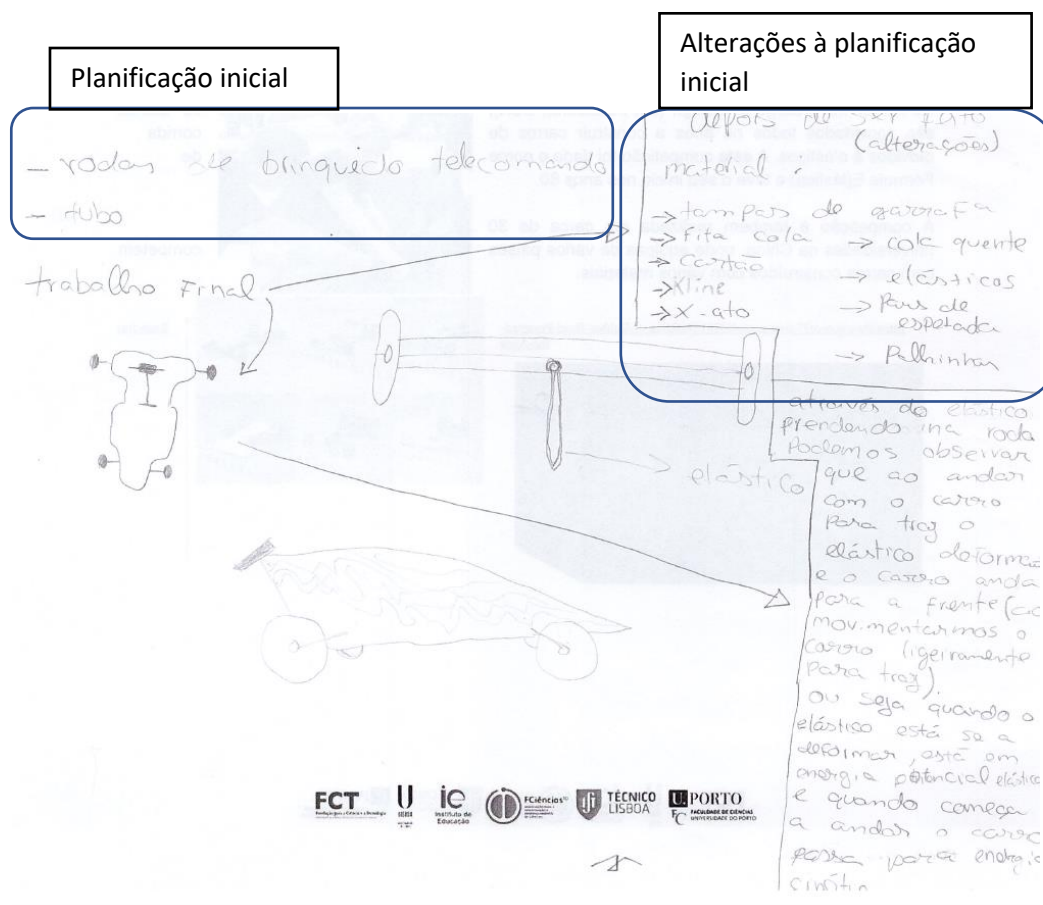
*“Eu acho que esta atividade prática permitiu que aprendêssemos como podemos transformar a Energia Potencial, neste caso elástica, em Energia Cinética. E também um pouco de aerodinâmica na construção do chassi do carro”.*

Entrevista em grupo, aluno 1, grupo 3

Na aula onde teve início a atividade os guiões foram distribuídos pelos grupos e a primeira tarefa foi a de lerem o texto inicial. Alguns grupos questionaram se podiam pesquisar o *link* referido no texto e outras imagens. Foram autorizados a fazê-lo no sentido de retirarem algumas ideias. Findo o passo de interpretação do texto cada grupo começou a planificar o protótipo que iriam construir. Com exceção do grupo 2 todos os grupos desenharam no guião um modelo do que pretendiam construir (Apêndice G). Todos os grupos nesta fase de planificação registaram os materiais que seriam necessários trazer na aula seguinte para construir o carro. Durante a construção do carro os alunos não utilizaram o guião, pois não sentiam necessidade de fazer registos, apenas estavam preocupados e contruir o protótipo. Após a construção os alunos testaram os seus carros

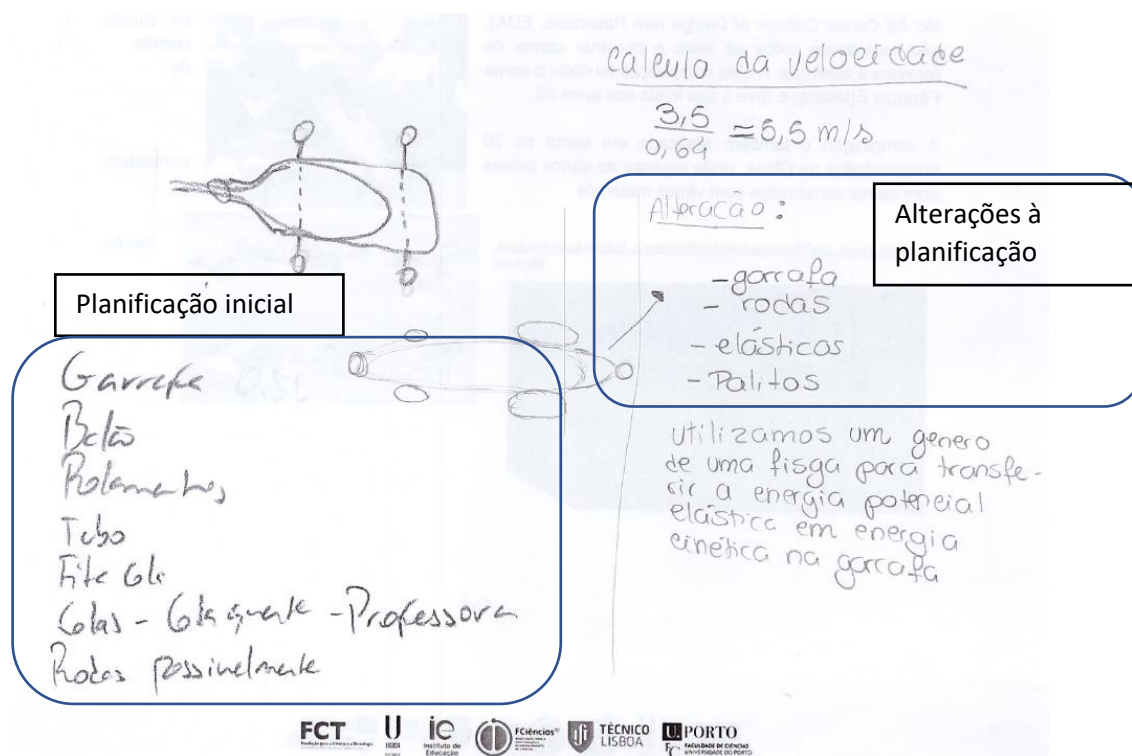


e alguns grupos fizeram alterações aos materiais iniciais. Registaram essas alterações no guião.



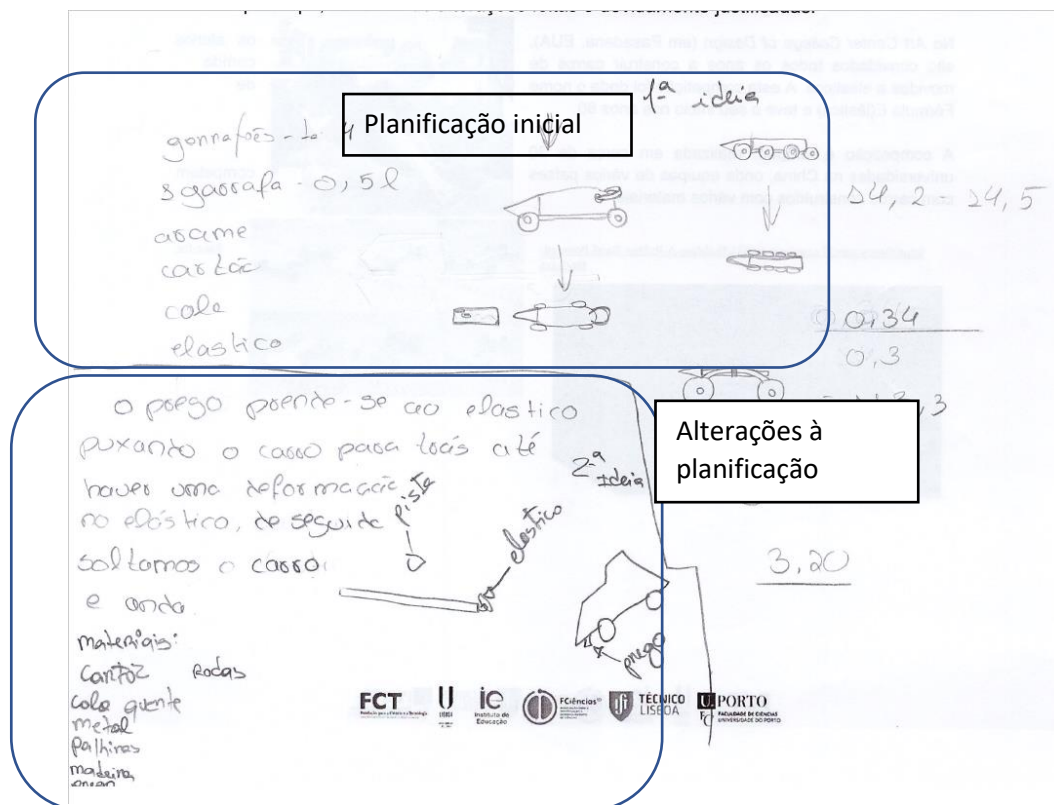
Registo escrito, Proposta STEM, Grupo 3

Neste excerto retirado da folha de registos dos alunos, pode-se verificar que inicialmente os alunos não pensaram na deformação do elástico, no material não estava pensada a utilização de elástico. Na conclusão os alunos referem o material com as alterações e que a deformação do elástico permite o movimento do carro. Assim verificasse que no decorrer da atividade os alunos foram confrontados com o problema de colocar o carro em movimento através da transformação de energia e adaptaram aos conhecimentos que foram adquirindo. Por fim, compreenderam que a deformação do elástico permite o aumento da energia potencial elástica que será transformada em energia cinética.



#### Registo escrito, Proposta STEM, Grupo 5

Neste excerto é possível verificar que no decorrer da atividade os alunos perceberam que a deformação de um elástico seria fundamental para que o carro adquirisse velocidade e transforma-se a energia potencial elástica em cinética.



Registo escrito, Proposta STEM, Grupo 8

Neste excerto podemos verificar que os alunos alteraram o material na necessidade de aumentar a deformação do elástico.

### Alterações à planificação

Materiais  
Novos

- Tampas capuccino
- anilhas
- saco areia

Para fazer com  
que o carro  
andasse esticando  
o elástico.  
Quanto mais o  
elástico estiver  
esticado maior é  
a velocidade e  
assim percorre  
uma maior  
distância.

$$v_m = \frac{2,10}{2,74} = 0,77 \text{ m/s}$$



### Planificação inicial

elástico Triço, Mariana  
garrafa, Csmel, Estico  
Cola quente Triço  
Tudo Triço, Mariana  
Politos de espelhos Mariana  
chuve ou pingo Triço  
isqueiro Mariana  
x-ato Pingo  
tinta acrílica Mariana

2,10

2,74



### Registo escrito, Proposta STEM, Grupo 6

Neste grupo também não estava pensado o elástico inicialmente. No decorrer da atividade perceberam que para transformar energia de modo a colocar o carro em movimento necessitavam de uma deformação que poderia ser provocada por um elástico.

Para além das alterações registadas para o material utilizado os guiões evidenciam informação adquirida por cada grupo no decorrer da atividade. O grupo 3 refere no seu guião que “podemos observar que ao andar com o carro para trás o elástico deforma e o carro anda para a frente, ou seja, quando o elástico se está a deformar está em energia potencial elástica e quando o carro começa a andar passa para energia cinética”. O grupo 5 escreveu que “utilizámos um género de fisga para transferir a energia potencial elástica em energia cinética na garrafa”. O grupo 8 refere também a deformação do elástico, “O prego prende-se ao elástico puxando o carro para trás até haver uma deformação no elástico, de seguida soltamos o carro e anda.” No grupo 6 fizeram referência ao que fizeram para o carro atingir mais velocidade, “Para fazer com que o

*carro andasse esticámos o elástico. Quanto mais o elástico estiver esticado maior é a velocidade e assim percorre uma maior distância.”*

A partir dos registos escritos podemos verificar que os alunos compreenderam que a velocidade vai depender da deformação do elástico e que foi possível transferir energia potencial para energia cinética. Este conhecimento adquirido pelos alunos durante a tarefa STEM é corroborado pelos resultados apresentados para a entrevista de grupo, onde revela que os conteúdos (Transformação de energia, energia cinética, energia potencial e deformação) inerentes à atividade foram transmitidos e aprendidos pelos alunos.

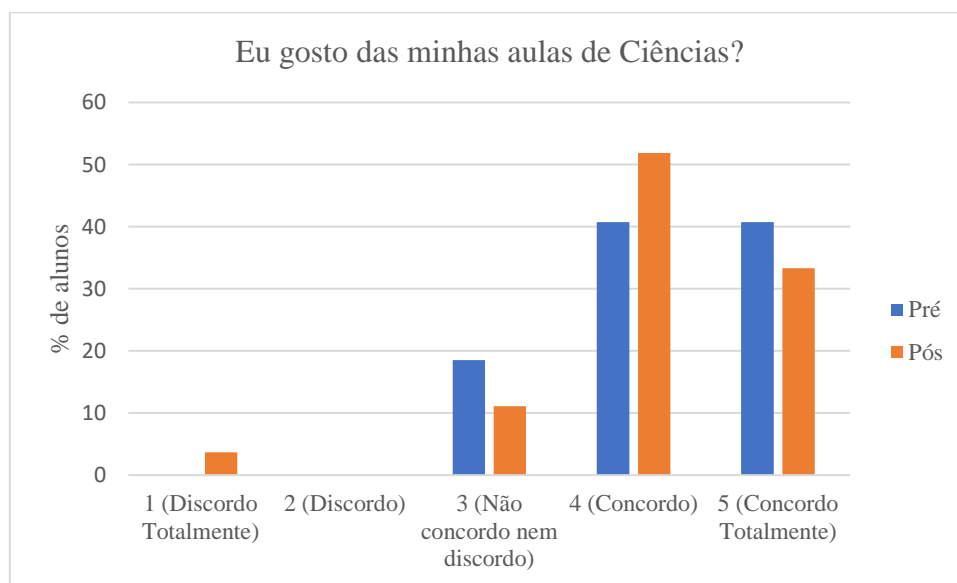
## MUDANÇAS NA ATITUDE E MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS FACE À CIÊNCIA

A terceira questão de investigação deste trabalho pretende verificar quais as mudanças que ocorreram na atitude e motivação dos alunos face às Ciências decorrentes da proposta STEM. Para dar resposta à questão analisaram-se as respostas dos alunos ao questionário pré e pós-teste e às entrevistas em grupo focado.

Como já referido anteriormente na análise de dados, no questionário foram analisadas as respostas dadas a algumas questões relacionadas com as atitudes dos alunos face à disciplina de Físico-Químicas e sobre o percurso dos alunos nas áreas de Ciências.

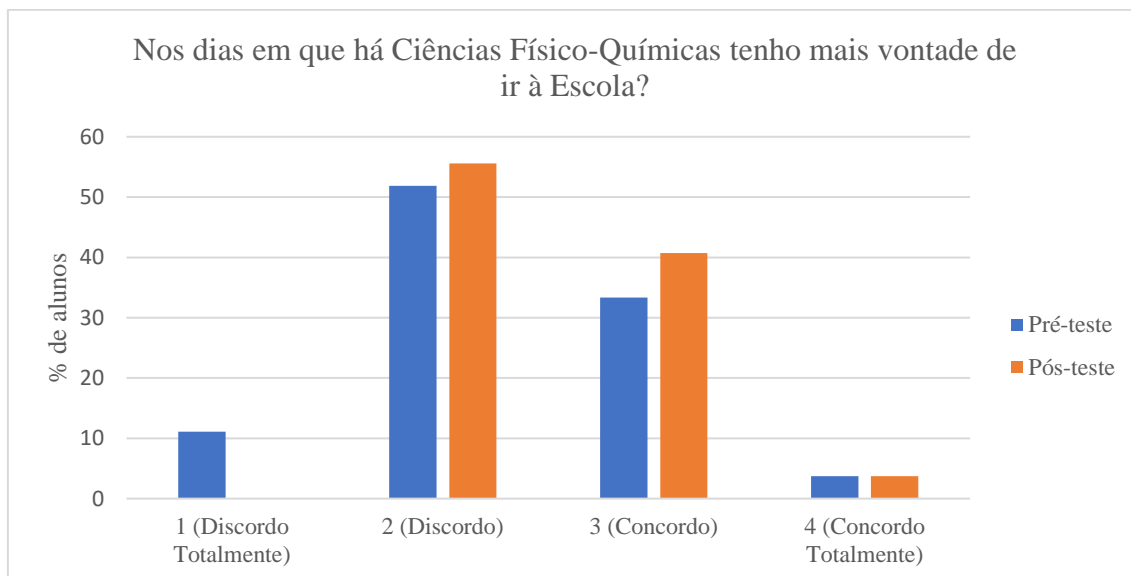
### *Estímulo face à disciplina de Físico-Química*

Quadro 5.5. *Análise gráfica da Q8 (Percurso) – “Eu gosto das minhas aulas de Ciências?”*



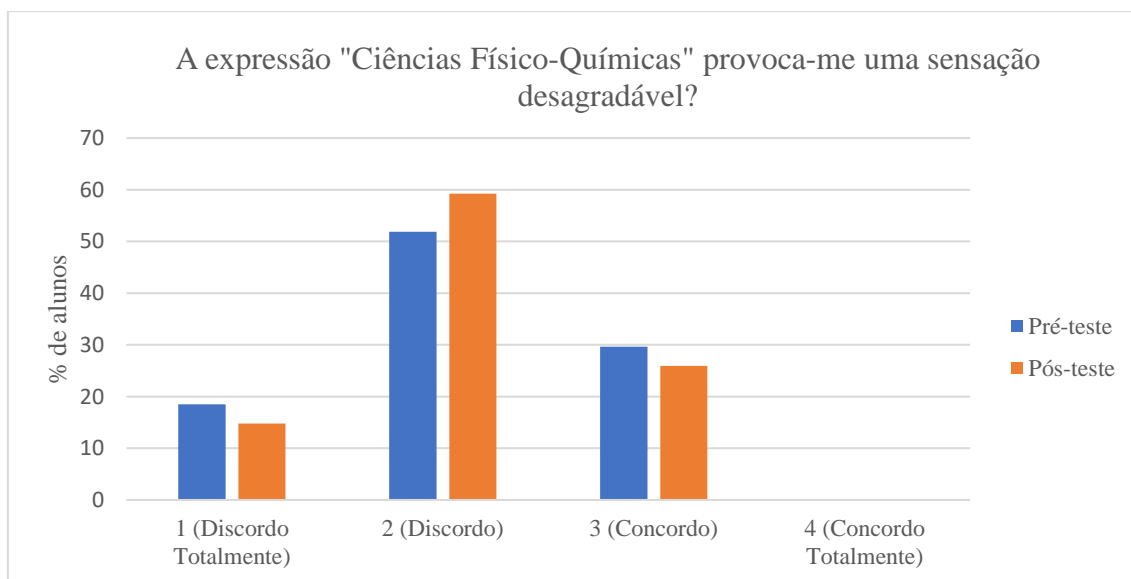
Uma grande parte dos alunos deste estudo, 82%, já revelavam gostar das aulas de Ciências, mesmo assim houve um ligeiro aumento 3% após a realização da atividade STEM.

Quadro 5.6. *Análise gráfica da Q4 – “Nos dias em que há Ciências Físico-Químicas tenho mais vontade de ir à Escola?”*



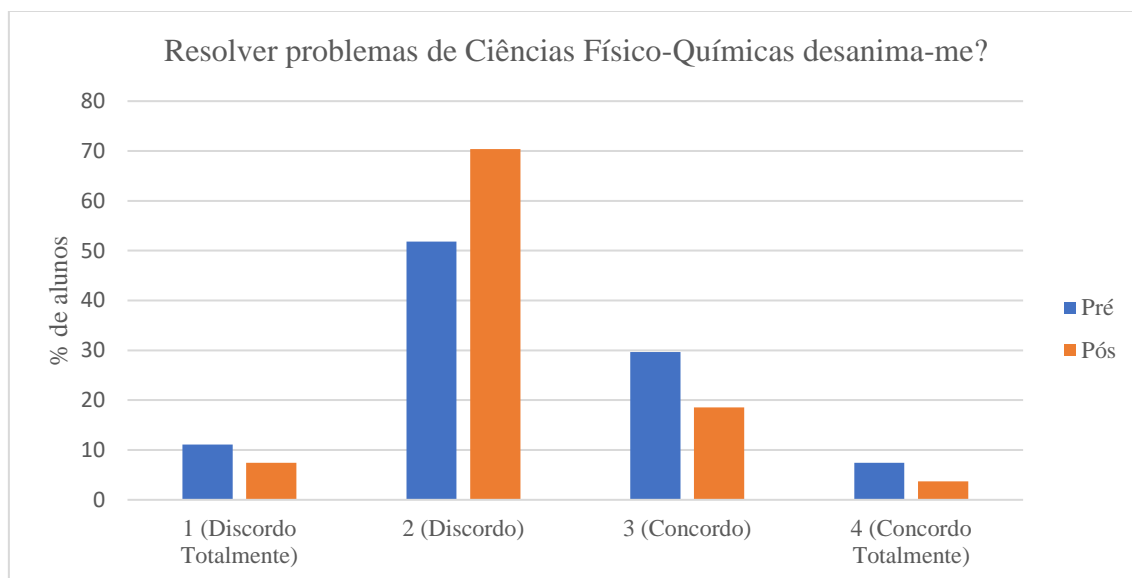
Uma pequena parte dos alunos, 37%, mostrava mais vontade de ir à escola nos dias em que há Ciências Físico-Químicas. Após a aplicação da atividade houve um ligeiro aumento, passando para 45% os alunos que concordam que têm mais vontade de ir à escola nos dias em que têm Ciências Físico-Química.

Quadro 5.7. *Análise gráfica da Q10 – “A expressão “Ciências Físico-Químicas” provoca-me uma sensação desagradável?”*



Para a questão “A expressão “Ciências Físico-Químicas” provoca-me uma sensação desagradável?”, mais de metade dos alunos, 71%, discordavam desta questão. Houve um aumento ligeiro, de 3% após a atividade.

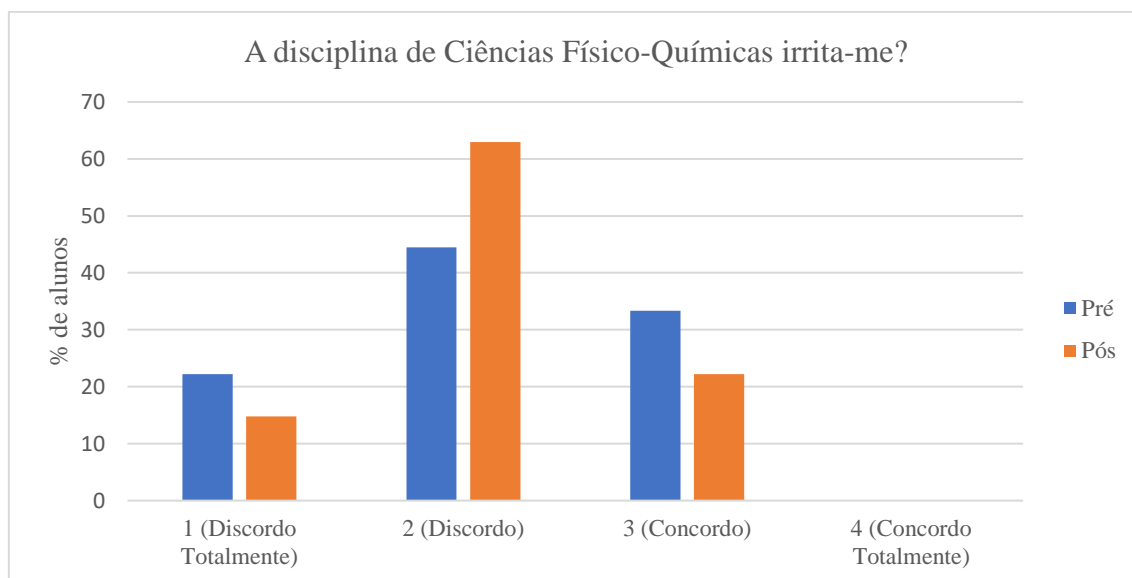
Quadro 5.8. *Análise gráfica da Q23 – “Resolver problemas de Ciências Físico-Químicas desanima-me?”*



Na questão “Resolver problemas de Ciências Físico-Químicas desanima-me?”, mais de metade dos alunos, 63%, discordavam desta questão. No pós-teste verifica-se um aumento de 14%, sendo que 77% dos alunos após a atividade sentem que resolver problemas de Ciências Físico-Químicas não os desanima.

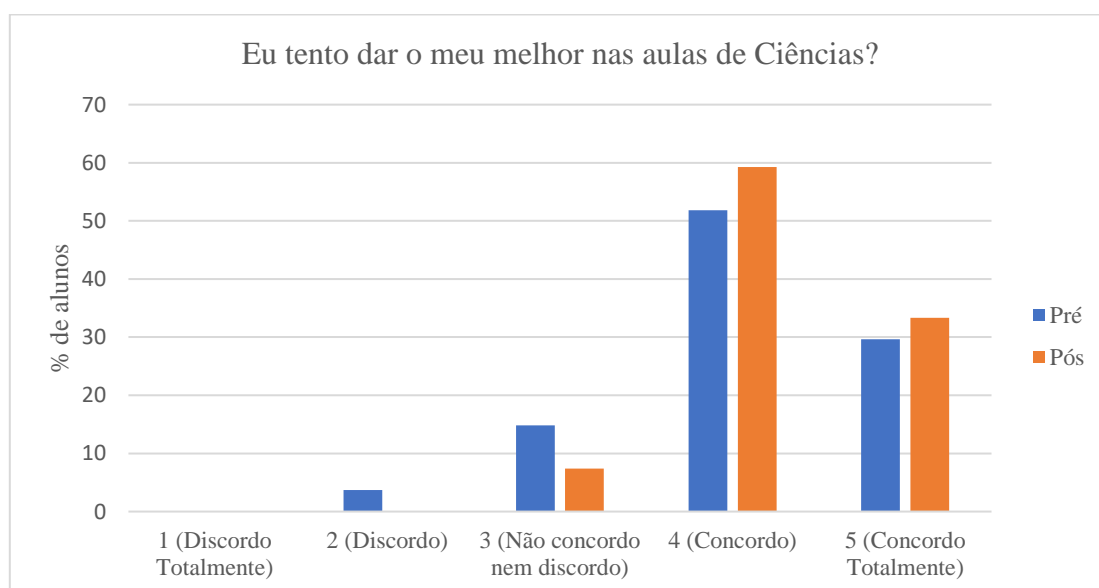


Quadro 5.9. *Análise gráfica da Q24 – “A disciplina de Ciências Físico-Químicas irrita-me?”*



Para a questão “A disciplina de Ciências Físico-Químicas irrita-me?”, mais de metade dos alunos, 66%, discordava desta questão, houve um aumento de 12% de alunos, sendo que 78% dos alunos após a atividade consideram que a disciplina de Ciências Físico-Químicas não os irrita.

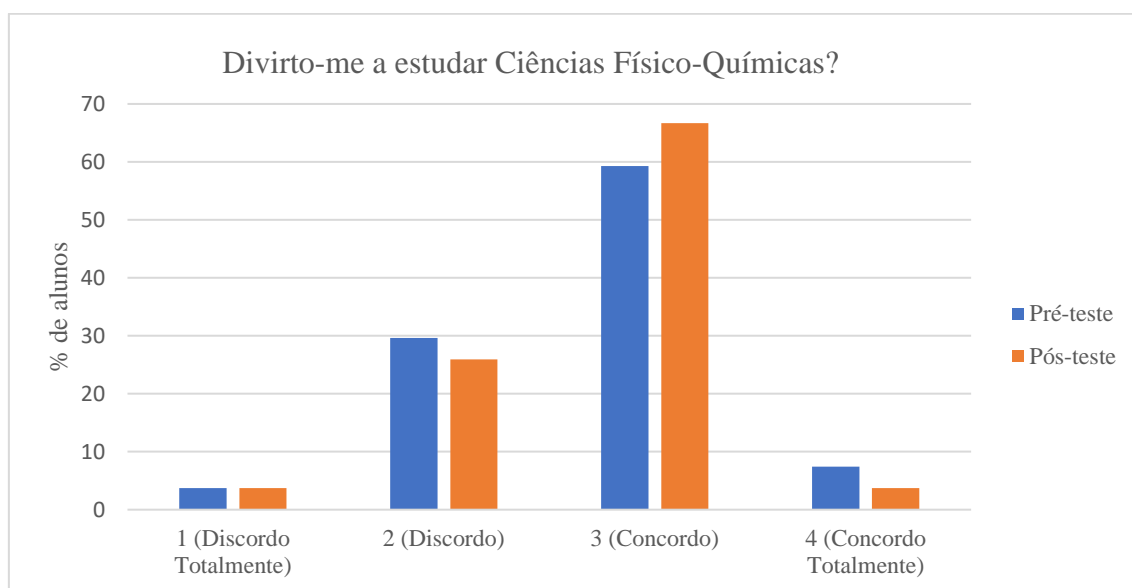
Quadro 5.10. *Análise gráfica da Q4 (Percurso) – “Eu tento dar o meu melhor nas aulas de Ciências?”*



Grande parte dos alunos, 82%, desta turma já afirmava que procurava dar o seu melhor nas aulas de Ciências. Após a realização da atividade praticamente todos os alunos da turma, 92%, afirmam que tentam dar o seu melhor nas aulas de Ciências.

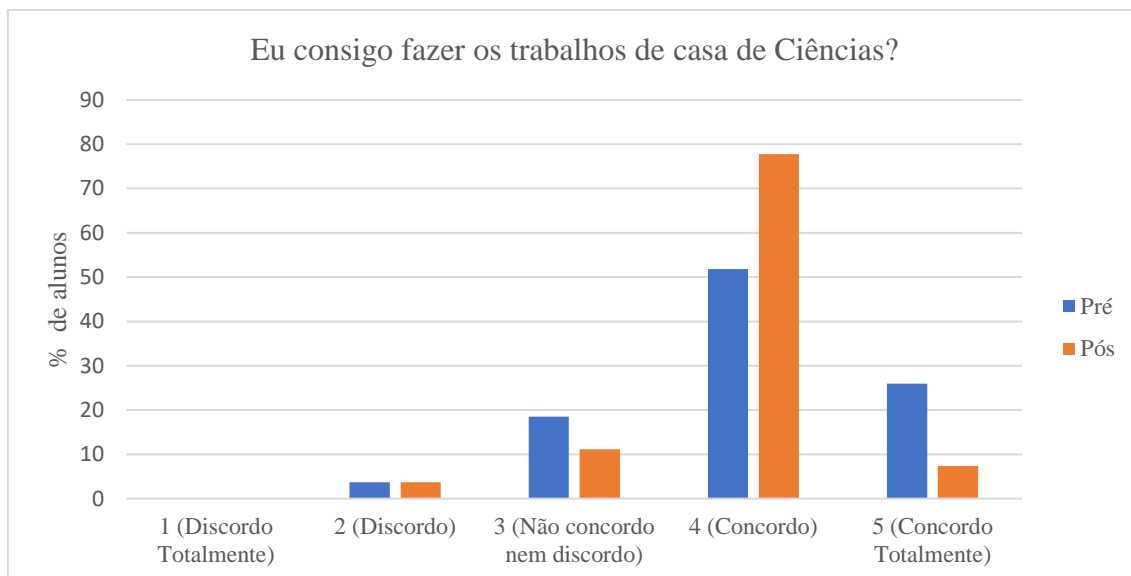
### ***Entusiasmo face ao trabalho desenvolvido na disciplina de Físico-Química***

Quadro 5.11. *Análise gráfica da Q1 – “Divirto-me a estudar Ciências Físico-Químicas?”*



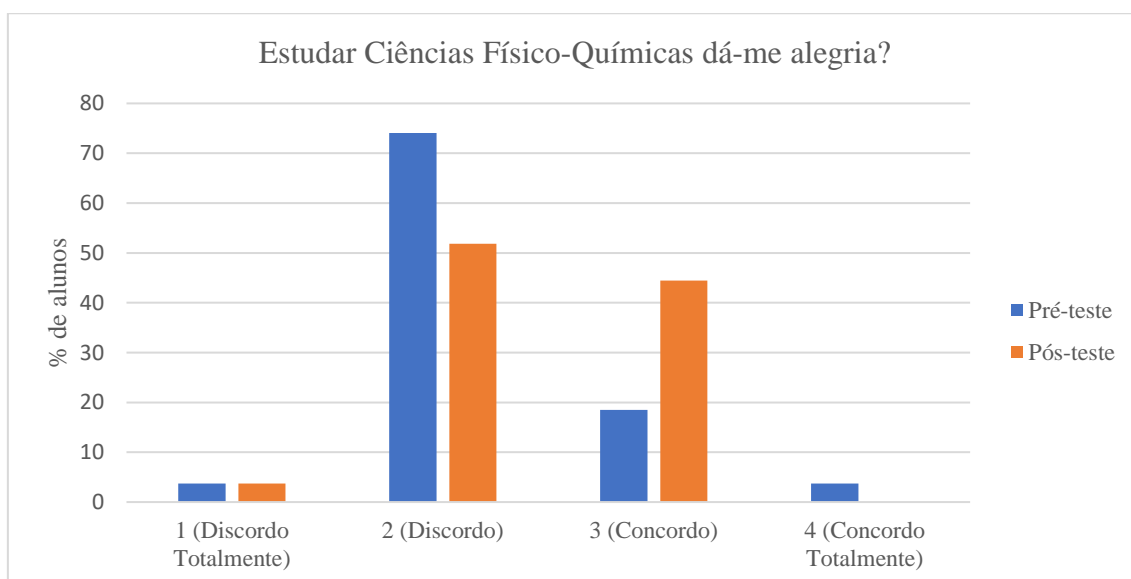
Para esta turma, antes da realização da atividade, mais de metade dos alunos, 66% já se divertia a estudar Ciências Físico-Químicas. Este número teve um ligeiro aumento, 5%, após a realização da atividade STEM.

Quadro 5.12. *Análise gráfica da Q2 (Percurso) – “Eu consigo fazer os trabalhos de casa de Ciências?”*



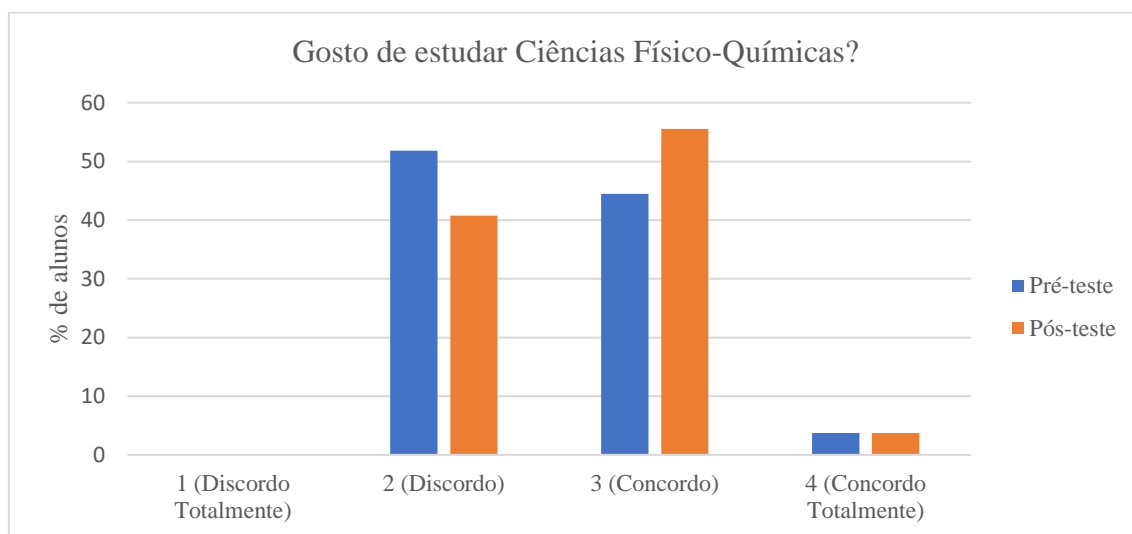
Havia um elevado número de alunos, 78%, que considerava que conseguia fazer os trabalhos de casa de Ciências. Depois da realização da atividade houve um ligeiro aumento de 7% de alunos que conseguem fazer os trabalhos de casa de Ciências.

Quadro 5.13. *Análise gráfica da Q7 – “Estudar Ciências Físico-Químicas dá-me alegria?”*



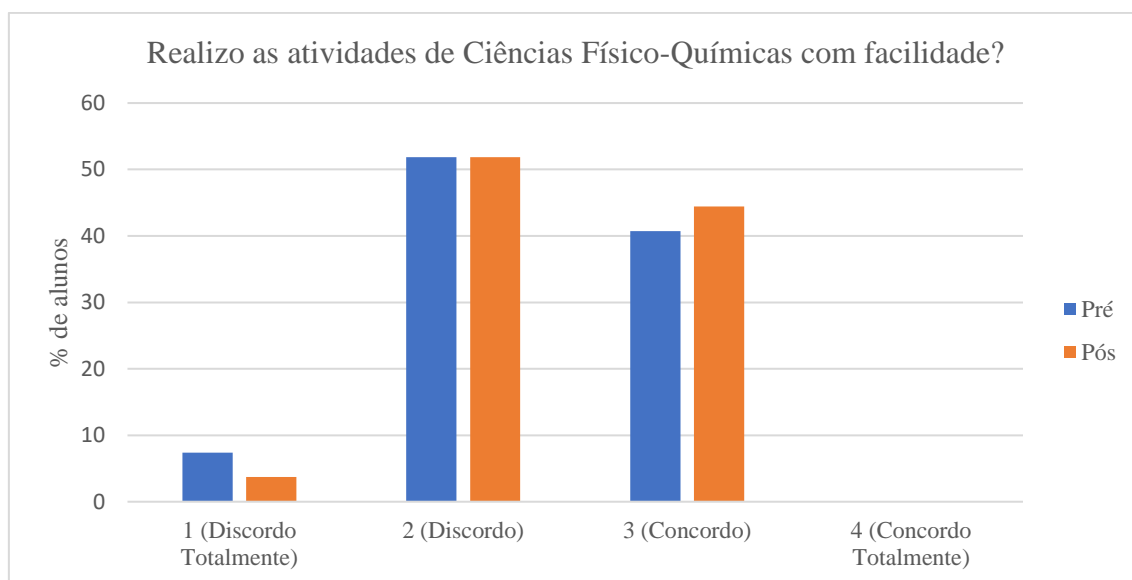
Uma pequena parte dos alunos, 23 % concordava que estudar Ciências Físico-Químicas dava-lhe alegria. Houve um aumento de 21%, após a atividade. Assim 44 % dos alunos consideram que estudar Ciências Físico-Químicas dá-lhes alegria.

Quadro 5.14. *Análise gráfica da Q16 – “Gosto de estudar Ciências Físico-Químicas?”*



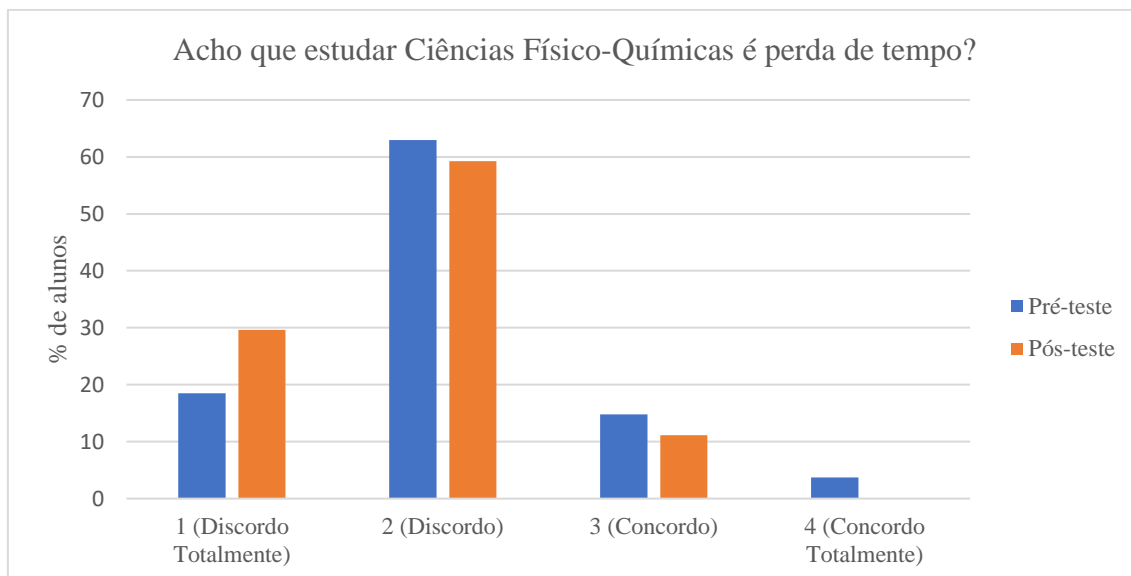
Inicialmente, metade dos alunos, 52%, manifestou não gostar de estudar Ciências Físico-Químicas. Após a realização da atividade, 60% dos alunos sentem que gostam de estudar Ciências Físico-Químicas.

Quadro 5.15. *Análise gráfica da Q21 – “Realizo as atividades de Ciências Físico-Químicas com facilidade?”*



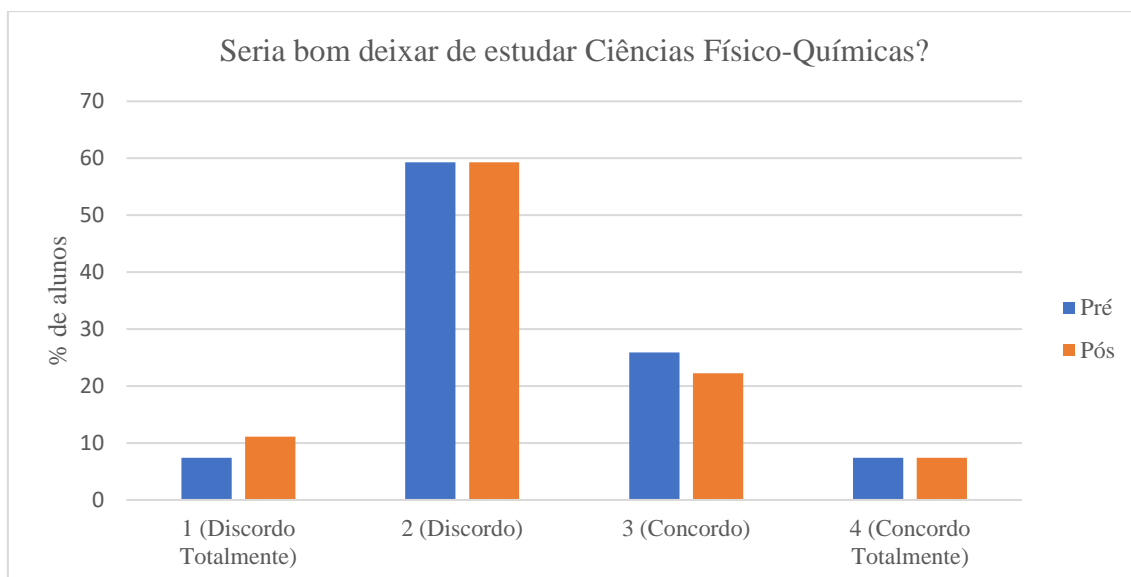
Aproximadamente metade dos alunos, 59%, tinha dificuldade em realizar atividades de Ciências Físico-Químicas. Após a realização da atividade houve uma ligeira diminuição, 3%, passando a haver 56% de alunos que sentem dificuldade em realizar as atividades de Ciências Físico-Químicas.

Quadro 5.16. *Análise gráfica da Q9 – “Acho que estudar Ciências Físico-Químicas é perda de tempo?”*



Para a maioria dos alunos, 82%, estudar Ciências Físico-Químicas não era perda de tempo. Após a realização da atividade houve um ligeiro aumento, sendo então que 89% dos alunos não acham que estudar Ciências Físico-Químicas seja uma perda de tempo.

Quadro 5.17. *Análise gráfica da Q22 – “Seria bom deixar de estudar Ciências Físico-Químicas?”*

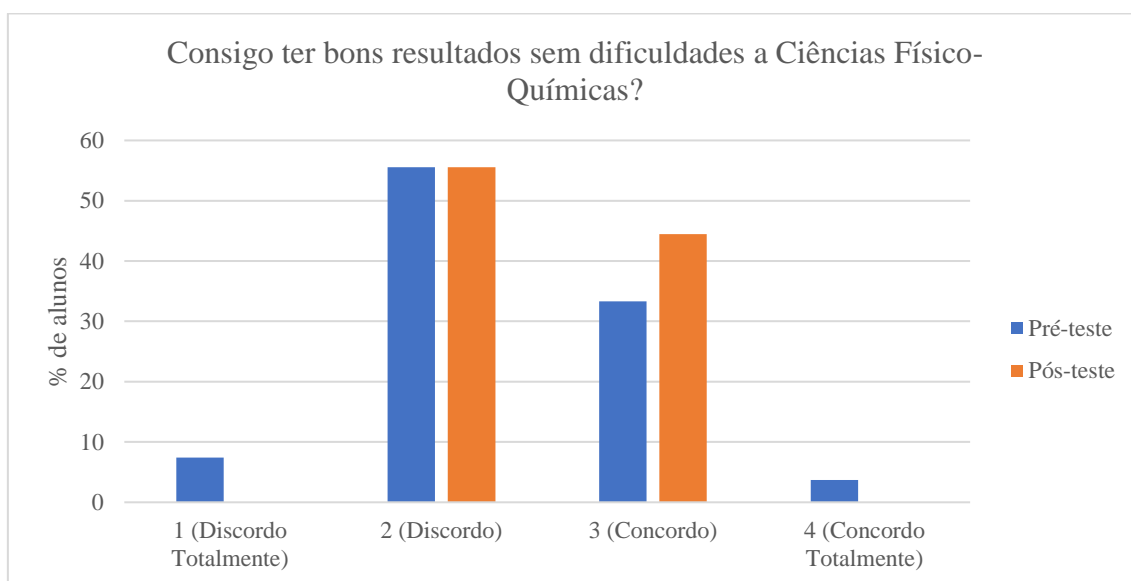


Para mais de metade dos alunos, 66%, não seria bom deixar de estudar Ciências Físico-Químicas. Após a realização da atividade houve um ligeiro aumento, sendo que

70% dos alunos consideram que não seria bom deixarem de estudar Ciências Físico-Químicas.

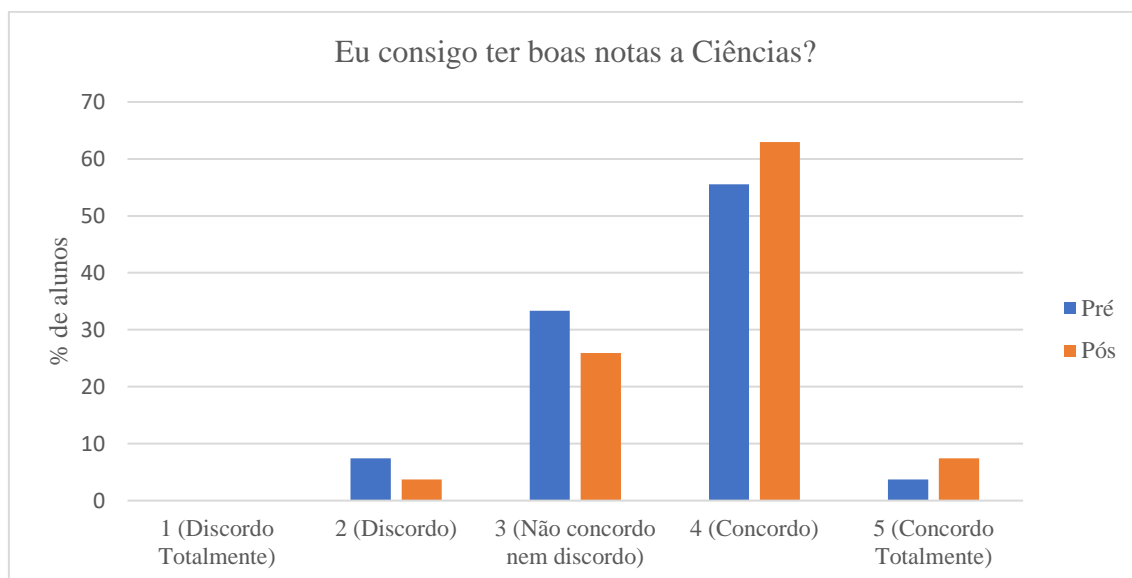
### ***Perceção dos resultados na disciplina de Físico-Química***

Quadro 5.18. *Análise gráfica da Q3 – “Consigo ter bons resultados sem dificuldades a Ciências Físico-Químicas?”*



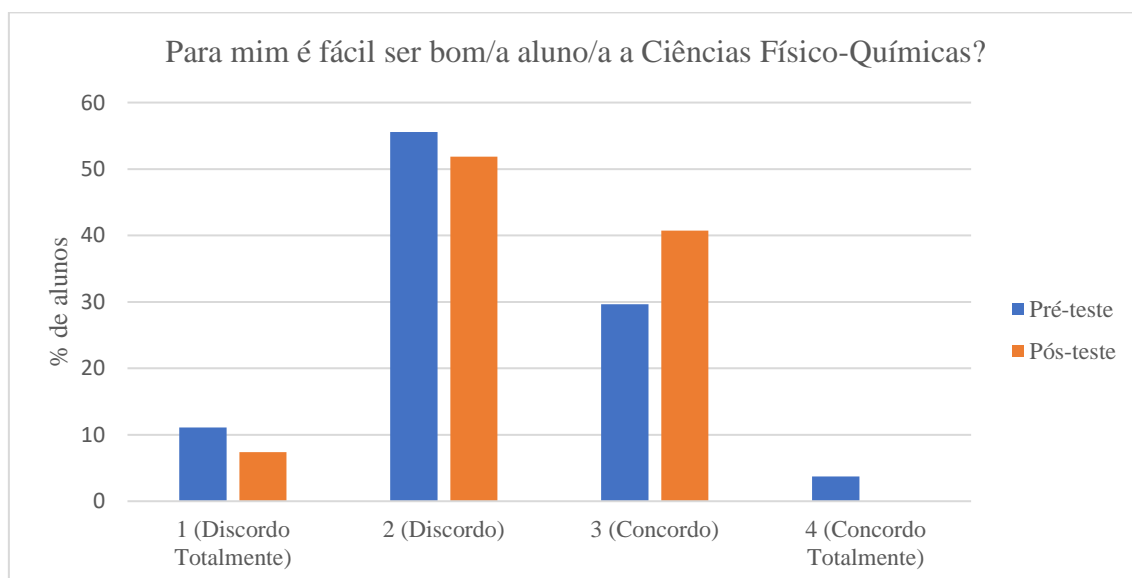
Para a questão “Consigo ter bons resultados sem dificuldades em Ciências Físico-Químicas?”, mais de metade dos alunos, 63%, discordava que conseguia ter bons resultados sem dificuldades na disciplina de Ciências Físico-químicas. Na análise pós-teste é possível verificar que houve um aumento de 7% dos alunos que concordam que conseguem ter bons resultados sem dificuldades em Ciências Físico-Químicas.

Quadro 5.19. *Análise gráfica da Q1 (Percurso) – “Eu consigo ter boas notas a Ciências?”*



Também a questão “Eu consigo ter boas notas a Ciências?” revela dados semelhantes, para 60% dos alunos era possível ter boas notas na disciplina de Ciências. Depois da realização da atividade houve um aumento de 10% de alunos que consideraram conseguir ter boas notas a Ciências.

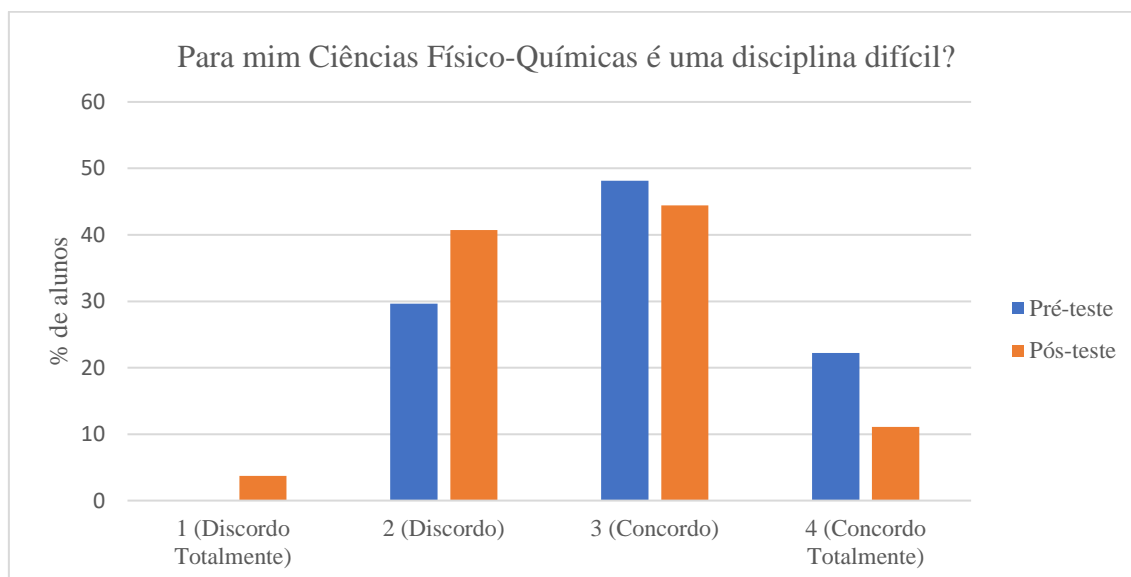
Quadro 5.20. *Análise gráfica da Q13 – “Para mim é fácil ser bom/a aluno/a a Ciências Físico-Químicas?”*



Para mais de metade dos alunos, 67%, não era fácil ser bom/a aluno/a a Ciências Físico-Químicas. Após a realização da atividade houve um ligeiro aumento nos alunos

que consideram ser fácil ser bom/a aluno/a a Ciências Físico-Químicas, sendo que 41% dos alunos acham que é fácil ser bom aluno nesta disciplina.

Quadro 5.21. *Análise gráfica da Q6 – “Para mim Ciências Físico-Químicas é uma disciplina difícil?”*

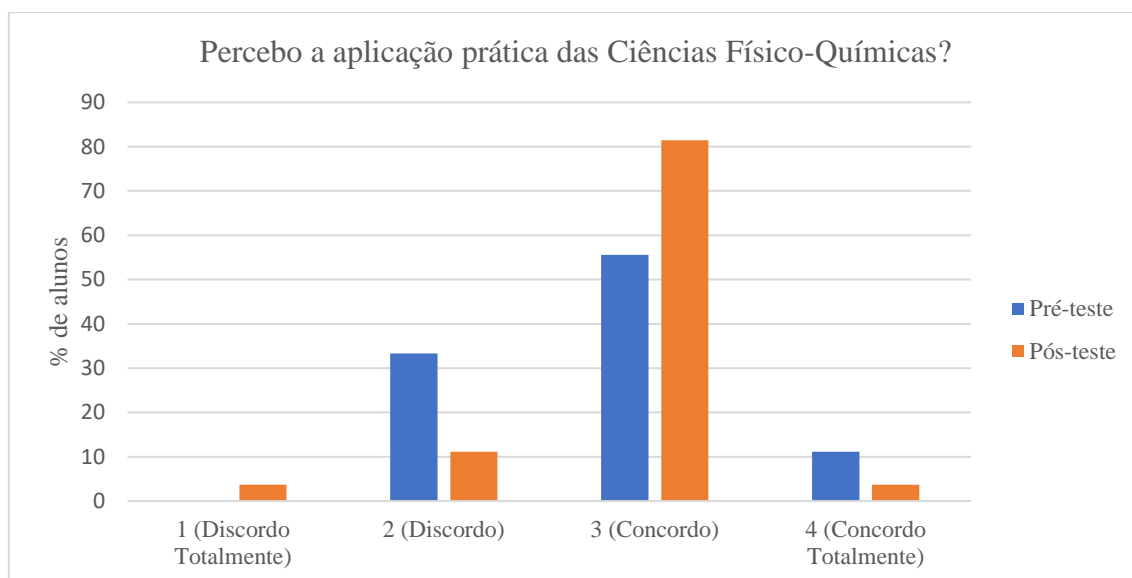


Para mais de metade dos alunos, 70%, Ciências Físico-Químicas era uma disciplina difícil. Depois da aplicação da atividade diminuiu para 55%, o número de alunos que consideram Ciências Físico-Químicas uma disciplina difícil.



### *Perspetiva da aplicação futura da disciplina de Físico-Química*

Quadro 5.22. *Análise gráfica da Q11 – “Percebo a aplicação prática das Ciências Físico-Químicas?”*



Mais de metade dos alunos, 67%, já percebia a aplicação prática das Ciências Físico-Químicas. Após a realização da atividade houve um aumento de 18%, sendo que 85% dos alunos percebem a aplicação prática das Ciências Físico-Químicas.

Estes resultados também são evidentes nas respostas da entrevista em grupo focado. A última questão da entrevista pretendia recolher a opinião dos alunos sobre a realização de atividades STEM, do género da que realizaram na aula de Físico-Química.

Como se pode verificar, nos excertos das entrevistas as respostas dos três grupos evidenciam que para os alunos a realização de atividades deste género são importantes, uma vez que permite ligar os conceitos teóricos com a prática, ou seja, permitem uma ligação entre a teoria e a prática.

*“Com estas atividades nós conseguimos perceber melhor os conteúdos da matéria e tirar maior partido da matéria que é dada aplicando nas aulas práticas e assim percebemos melhor”*

Entrevista em grupo focado, aluno 3 do grupo 2

No excerto da entrevista realizada ao grupo 1, o aluno para além de referir a aplicação prática refere também a importância destas atividades para trabalharem em equipa.

*“Eu gostei, acho que foi importante perceber através da prática e não tanto da escrita fazem-nos aprender coisas novas e trabalha-se em equipa. E temos de conseguir juntar as ideias todas numa só, acho que sim é muito útil para nos preparar para futuras profissões em ciência”.*

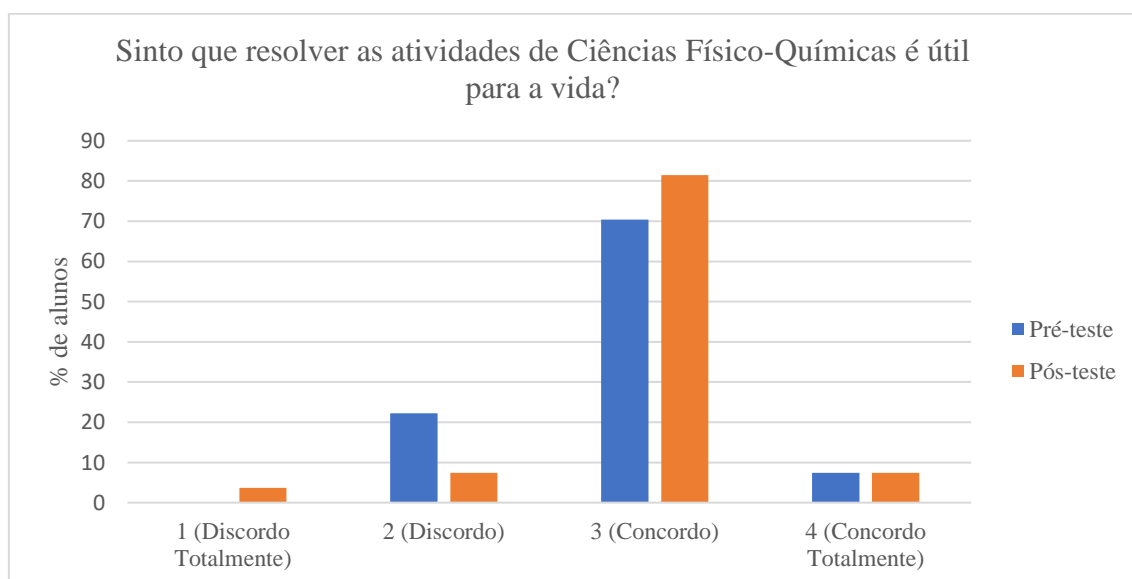
Entrevista em grupo focado, aluno 1, grupo 1

Os alunos também referem a importância da atividade no sentido em que permite ligar as quatro áreas Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, como mostra o excerto de um aluno do grupo 1.

*“Eu, vou para CT, vou ter presente estas áreas. São importantes para nós termos noção como trabalhar com os materiais. Todas estas áreas se encaixam bem, daí ser importante trabalharmos atividades em que se liguem”*

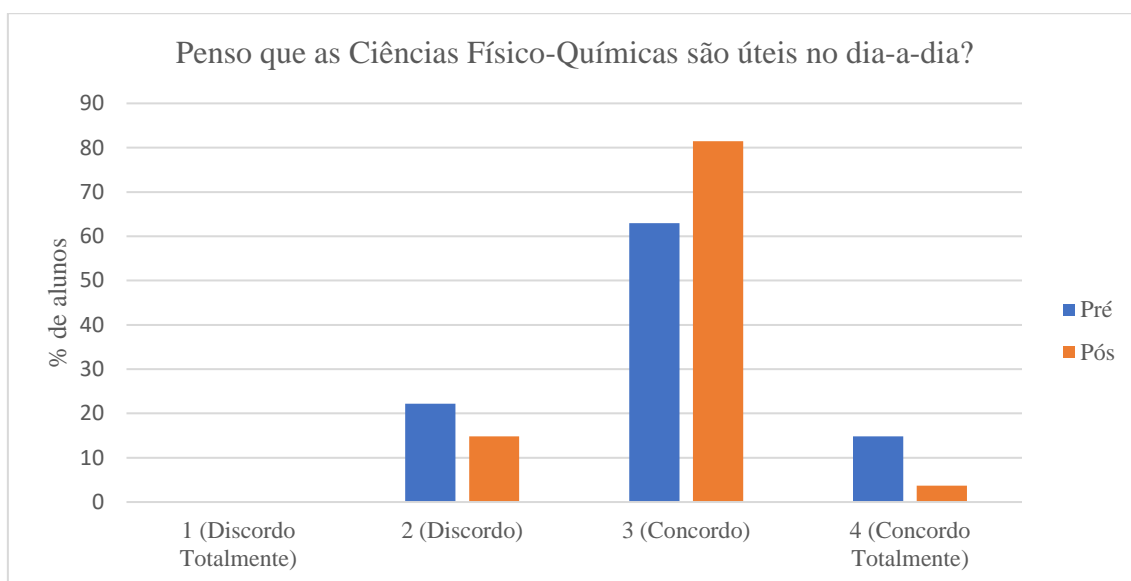
Entrevista em grupo focado, aluno 1, grupo 3

Quadro 5.23. Análise gráfica da Q14 – “Sinto que resolver as atividades de Ciências Físico-Químicas é útil para a vida?”



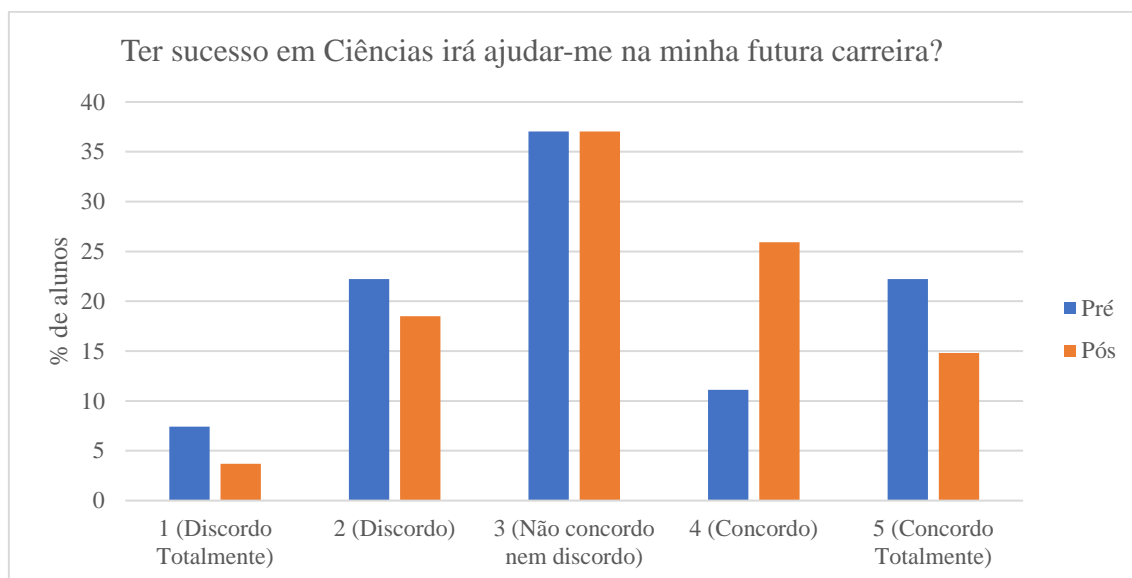
Quando questionados sobre a utilidade das Ciências Físico-químicas para as suas vidas, 77% dos alunos consideravam que seria útil. No pós-teste verificou-se um aumento de 11%, sendo que 88% dos alunos consideram que Ciências Físico-Químicas será útil para a sua vida.

Quadro 5.24. *Análise gráfica da Q17 – “Penso que as Ciências Físico-Químicas são úteis no dia-a-dia?”*



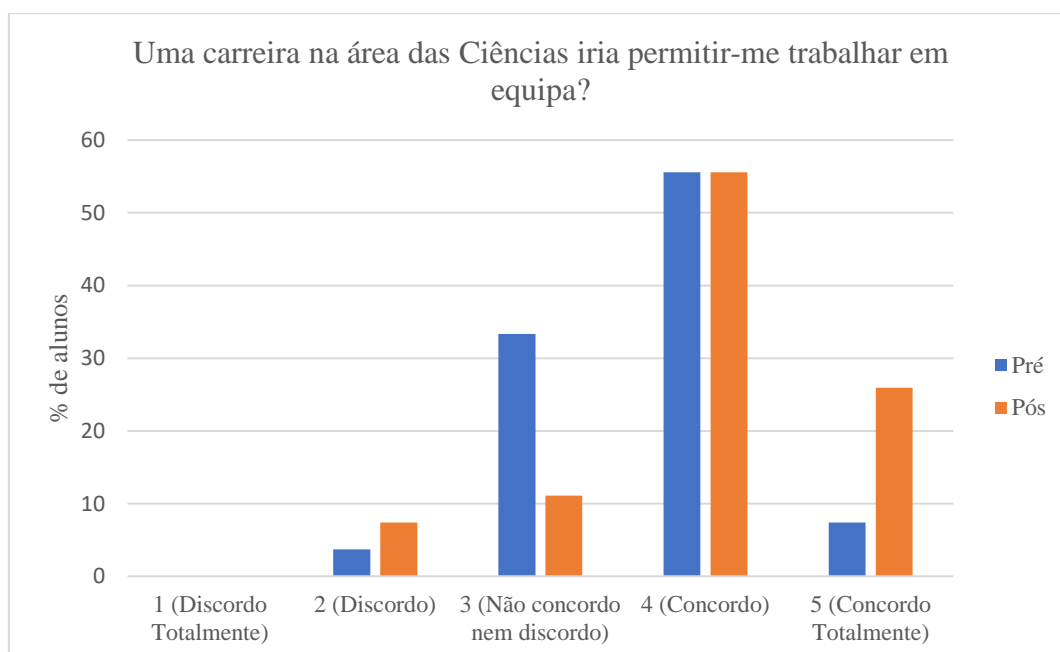
Mais de metade dos alunos, 78%, considerava as Ciências Físico-Químicas úteis no dia-a-dia. Após a realização da atividade houve um ligeiro aumento de 7%, sendo que para 85% dos alunos as Ciências Físico-Químicas são úteis no dia-a-dia.

Quadro 5.25. *Análise gráfica da Q5 (Percurso) – “Ter sucesso em Ciências irá ajudar-me na minha futura carreira?”*



Alguns alunos, 33%, consideravam que ter sucesso em Ciências poderia ajudar numa carreira futura. Após a realização da atividade houve um ligeiro aumento para 41%, o que mostra que menos de metade dos alunos deste estudo pensa que o sucesso em Ciência vai ajudar numa carreira futura.

Quadro 5.26. *Análise gráfica da Q33 (Percurso) – “Uma carreira na área de Ciências iria permitir-me trabalhar em equipa?”*



Na questão “Uma carreira na área das Ciências iria permitir-me trabalhar em equipa?”, 63% dos alunos considerava que permite. Após a realização da atividade houve um aumento de 19%, sendo então que 82% dos alunos consideram que uma carreira na área de Ciências irá permitir o trabalho em equipa.

Na entrevista em grupo focado as respostas dadas à questão sobre o que os alunos mais gostaram na atividade realçam que a construção do carro e o trabalho em equipa foi o que mais gostaram, o que reforça a importância que os alunos dão ao trabalho em equipa e a sua importância no trabalho em ciência.

*“O que eu mais gostei foi trabalharmos em equipa e trabalharmos com materiais recicláveis. Acho que foi só”.*

Entrevista em grupo focado, aluno 2, grupo 3.

Os alunos do grupo 3, na entrevista à questão sobre a importância de realizar atividades STEM também responderam a importância do trabalho em equipa, como se pode ver nos excertos:

*“Estas atividades são importantes para aprendermos a trabalhar com estas áreas e também o trabalho em equipa é importante”*

Entrevista em grupo focado, aluno 2, grupo 3

*“Acho que estas atividades são importantes para aprendermos a trabalhar em equipa e são muito produtivas”.*

Entrevista em grupo focado, aluno 3, grupo 3

*“Gostei de fazer o carro, porque trabalhamos em "equipa" e cada um partilhava a sua ideia”*

Entrevista em grupo focado, aluno 2, grupo 1

## **CAPÍTULO 6**

### **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO ESTUDO**

Este estudo envolveu a implementação de uma tarefa STEM, através da realização de uma proposta de trabalho com ligação às quatro áreas, Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Teve como objetivo conhecer a influência de uma abordagem STEM no ensino do tema Transformação de energia. Neste sentido procurou-se dar resposta às seguintes questões de investigação: (i) Qual é a evolução nas estruturas cognitivas dos alunos após a realização da tarefa STEM?; (ii) Que aprendizagens sobre a Transformação de energia realizam os alunos com a implementação da tarefa STEM?; (iii) Que mudanças ocorrem na atitude e motivação dos alunos pela Ciência, decorrentes da tarefa STEM sobre a Transformação de energia?

Para dar resposta a estas questões, utilizou-se uma metodologia mista, com recolha de dados qualitativos e quantitativos. Utilizaram-se como instrumentos de recolha o teste WAT, a entrevista em grupo focado, os registos escritos dos alunos e um questionário. Participaram 31 alunos de uma turma de 9.º ano de escolaridade, pertencentes a uma escola de Ensino Particular e Cooperativo do distrito de Lisboa, Concelho de Torres Vedras.

Este capítulo encontra-se organizado em três secções. Na primeira secção, discutem-se os resultados apresentados no capítulo anterior. Na segunda secção apresentam-se as conclusões do estudo de acordo com os objetivos definidos para a investigação. Por último, na terceira secção, indicam-se as implicações do estudo, para o ensino da Físico-química, decorrentes dos resultados obtidos e das inferências obtidas, e sugerem-se pistas para futuras investigações.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos, resultantes da aplicação do WAT, entrevista em grupo focado, documentos dos alunos e questionário, já apresentados no capítulo anterior apresenta-se agora a discussão dos resultados.

Relativamente à primeira questão, sobre a evolução das estruturas cognitivas dos alunos, os resultados foram obtidos através do WAT. Os resultados mostram que houve uma evolução nas estruturas cognitivas dos alunos do pré-teste para o pós-teste. Inicialmente os alunos tinham presentes vários conceitos, mas as relações estabelecidas não eram entre os conceitos presentes no tema em estudo. No final da atividade, os alunos estabeleceram a relação entre os conceitos inerentes à atividade, relacionavam a Transformação de energia com os dois tipos de energia, cinética e potencial, relacionavam estes tipos de energia com as suas características (velocidade, massa, altura e deformação) e energia potencial com o termo elástica.

Na segunda questão, relacionada com as aprendizagens realizadas no tema Transformação de energia durante a aplicação da proposta STEM, os dados foram recolhidos através dos documentos escritos dos alunos e da entrevista em grupo focado. Os resultados mostram que a maioria dos alunos adquiriu as aprendizagens preconizadas nas metas curriculares (Fiolhais, et al., 2013) de Físico-Química definidas para este tema, uma vez que a maioria dos alunos compreendeu: que as várias formas de energia se reduzem a dois tipos fundamentais, energia cinética e energia potencial; que a energia cinética depende da massa e da velocidade, assim como a energia potencial depende da massa e da altura; que é possível transformar energia cinética em energia potencial e vice-versa. E, com esta atividade, os alunos ainda tiveram oportunidade de ir mais além do preconizado nas metas curriculares, pois compreenderam que a energia potencial pode ser de dois tipos, gravítica e elástica, e na construção do protótipo conseguiram transformar energia potencial elástica em energia cinética.

Na realização desta atividade com abordagem STEM, os alunos aplicaram conhecimentos de Ciências, neste caso específico sobre Transferência de energia, e de Matemática no cálculo da velocidade média. Na construção do protótipo desenvolveram conhecimentos de Engenharia. Os conhecimentos de Tecnologia foram aplicados na pesquisa e na medição da velocidade através da utilização de um sensor. A construção do protótipo do carro foi uma componente importante da atividade que ajudou os alunos a

atingir os objetivos de aprendizagem, isto porque durante a construção os alunos foram-se deparando com problemas em colocar o carro em movimento. Durante a implementação da atividade observou-se que as dificuldades sentidas pelos alunos não se relacionaram com os conteúdos, mas sim na construção. Para os alunos era importante atingirem o objetivo de que o seu carro percorresse 3 metros, assim fizeram várias alterações de modo a aumentar a distância percorrida e que o carro circulasse a direito. Para atingirem este objetivo os alunos foram desenvolvendo estratégias, como adicionarem uma pilha para aumentarem a massa do carro, colocarem um saco com areia em cima do carro para aumentar a massa, colocarem elásticos à volta das rodas de plástico para aumentarem o atrito de forma a que o carro andasse mais e houve alguns grupos preocupados com a aerodinâmica do carro. Os alunos foram realizando testes para encontrar as soluções (Wells, 2016). Desta forma, ao resolver os problemas (Matthews, 1995) conseguiram compreender os fatores que influenciam a velocidade, a questão da tensão e do comprimento do elástico para poder colocar o carro em movimento, ou seja, a Transformação de energia. A utilização da Engenharia nesta tarefa, permitiu a estes alunos aprofundar a compreensão das ideias centrais do tema Transformação de energia (Hernandez et al., 2014; Guzey et al., 2016; Shahali, et al., 2017). Como os alunos referiram em entrevista, a prática ajudou na compreensão dos conteúdos, preenchendo assim a lacuna que existe entre o abstrato e a aplicação (Riskowski et al., 2009). As tarefas que envolvem Engenharia permitem aumentar a compreensão dos fenómenos estudados, (Olds, Harrell & Valente, 2006; Apedoe, Reynolds, Ellefson & Schunn, 2008).

Estes resultados mostram que os alunos que participaram neste estudo, para além dos conhecimentos científicos referentes ao tema Transferência de energia, aprenderam a planear, construir e resolver problemas durante a construção do protótipo de carro. (Bednar, Cunningham, Duffy & Perry, 1992; Brown, Collins & Duguid, 1989; Duffy & Jonassen, 1991). Aprenderam ainda a trabalhar colaborativamente (Koszalka et al., 2007), uma vez que a estratégia implementada implicava trabalho de grupo. Este tipo de competência é importante para as profissões futuras destes alunos (Gago, 2004). Este tipo de tarefas fornece caminhos para os alunos se envolverem no trabalho em equipa (Moore et al., 2015).

A resposta à última questão, mudanças ocorridas na atitude e motivação dos alunos face às Ciências, foi obtida através dos dados recolhidos no questionário pré e pós teste e nas entrevistas em grupo focado. Os resultados mostram que os alunos deste estudo



já revelavam interesse pelas aulas de Físico-Química. No entanto, após a implementação da tarefa STEM, observaram-se ligeiros aumentos que podem estar relacionados com a estratégia utilizada para o ensino do tema Transformação de energia. Esta tarefa STEM pode ter sido um contributo para um maior envolvimento dos alunos. Um maior envolvimento implica uma melhor aprendizagem visto que os alunos atribuem um maior significado ao que aprendem (Koszalka et al., 2007; Gasiewski et al., 2012; Moore, et al., 2015).

## CONCLUSÕES DO ESTUDO

A abordagem STEM permitiu que alguns alunos desenvolvessem ou adquirissem algumas competências elencadas pela Comissão Europeia (2015), nomeadamente terem conhecimentos de princípios científicos e matemáticos, apresentarem engenho, raciocínio lógico, inteligência prática e trabalho cooperativo e colaborativo.

A tarefa implementada neste estudo, como já foi referido no enquadramento teórico, seguiu três dos princípios enunciados por Thibaut et al. (2018): *context-based learning*, *inquiry* e *design* (Engenharia). Pode-se concluir pelos resultados que estes três princípios conjugados numa atividade proporcionam a aprendizagem centrada no aluno, levando o aluno a construir o seu conhecimento.

Conclui-se que neste estudo houve alterações nas estruturas cognitivas dos alunos, decorrentes da estratégia de ensino utilizada, assim como ocorreu em estudos na área da Física e da Química (Nakiboğlu, 2008, 2017; Derman & Eilks, 2016; Baptista et al., 2019) que mostraram desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos para o tema em estudo, decorrentes da estratégia de ensino implementada. Assim, é possível confirmar o que outros autores já haviam identificado, a aprendizagem é mais eficaz envolvendo uma abordagem STEM (Kelley & Knoude, 2016). O estudo realizado por Baptista, et al. (2019) conclui que, para permitir que os alunos façam uma evolução nas estruturas cognitivas, é fundamental que as estratégias de ensino utilizadas permitam e ajudem no desenvolvimento das estruturas cognitivas dos alunos. Outros estudos revelaram que técnicas de ensino adequadas precisam ser aplicadas no contexto da sala de aula, a fim de ajudar os alunos a prevenir ou minimizar mal-entendidos e estimular a aprendizagem

significativa e a construção de redes cognitivas bem estruturadas (Derman & Eilks, 2013; Schizas et al., 2013).

A abordagem STEM tem efeitos positivos na educação. O estudo mostrou que há efetiva progressão na evolução das estruturas cognitivas dos alunos, assim como nas aprendizagens, nas atitudes e motivação dos alunos, assim como o estudo de Lamb et al. (2015), realizado com alunos do ensino básico, concluiu que o ensino STEM ajuda o aluno a desenvolver aspetos cognitivos e afetivos além do conteúdo. Também o estudo realizado com alunos de 9.º ano por Struyf et al. (2019) mostrou um maior envolvimento comportamental e emocional dos alunos em ambientes de aprendizagem STEM. Struyf et al. (2019) apontaram como principal descoberta o facto de uma abordagem STEM ser uma boa prática para promover o envolvimento dos alunos.

A abordagem STEM permite desenvolver competências nos alunos para a “Vida Real”, pois em contexto real o que conta não é saber o que sabe um cientista, mas saber fazer parte de uma conversa onde fazem parte cientistas - médicos, engenheiros, matemáticos, ter conhecimento para tomar decisões em grupos que envolvam especialistas e não especialistas (Roth & Eijck, 2010; Moore et al., 2015).

Para os alunos foi importante aprenderem os conceitos de energia cinética e energia potencial durante a construção de um artefacto produzido por si. Ao mesmo tempo que aprenderam os conceitos, os alunos observaram na prática. Desta forma realizaram a atividade com mais interesse (Olds, Harrell & Valente, 2006; Koszalka et al., 2007; Apedoe, Reynolds, Ellefson & Schunn, 2008). Em conclusão, os resultados deste estudo mostram que os alunos de 9.º ano de uma escola do Concelho de Torres Vedras, trabalharam com um maior envolvimento a nível de construção do conhecimento e a nível emocional. A tarefa elaborada segundo uma abordagem STEM para o tema Transformação de energia permitiu aos alunos realizarem aprendizagens em vários domínios, Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia. Os alunos sentiram-se envolvidos no processo de aprendizagem.

Os resultados aqui obtidos devem ser considerados tendo em conta as suas limitações. Uma das limitações deste estudo foi o facto de se realizar com apenas 31 alunos, ou seja, uma amostra reduzida. Outra limitação foi o facto de a tarefa terminar mesmo no último dia de aulas antes do confinamento devido à pandemia de Covid-19, o

que levou a que não houvesse mais contacto direto com os alunos e não se pode observar melhor os efeitos desta abordagem.

## **IMPLICAÇÕES DO ESTUDO**

Refletindo sobre os resultados poderá ser importante que os professores desenvolvam um conhecimento íntimo das estruturas cognitivas de seus alunos, antes de iniciar um conteúdo. Isto permitirá que os professores adaptem o processo de ensino para construir o conhecimento do aluno cientificamente confiável (Derman & Eilks, 2016). Identificar o conhecimento prévio dos alunos também pode ajudar os professores a ajudar os alunos a passar por mudanças conceituais e promover o crescimento do conhecimento (Nakiboğlu, 2008). Os professores podem aplicar o WAT para determinar o conhecimento existente, as concepções alternativas e as estruturas cognitivas dos seus alunos de modo a planificar a forma de ensino (Bahar et al., 1999; Nakiboğlu, 2008).

O estudo realizou-se, como já referido anteriormente, numa turma de uma escola de Ensino Particular e Cooperativo, apesar de ser ensino particular uma vez sendo cooperativo abrange todo o tipo de alunos. A turma onde se realizou o estudo os alunos têm situações familiares estáveis e pais que os acompanham. Seria útil aplicar este estudo em turmas com alunos de diferentes estatutos sociais para verificar as alterações. “Como é a evolução das estruturas cognitivas em alunos de extratos sociais mais baixos?”.

Tendo em conta que o currículo atual apela a interdisciplinaridade (Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho) seria interessante realizar um estudo onde a implementação da atividade com abordagem STEM fosse realizada com a colaboração das várias disciplinas. Sendo uma abordagem de aprendizagem interdisciplinar requer cooperação entre professores de diferentes disciplinas STEM (Gago, 2004; Furner & Kumar, 2007).

A nível dos professores também será interessante avaliar as concepções que os professores têm sobre a implementação deste tipo de atividades, principalmente professores do ensino secundário, onde a pressão para cumprir o programa é grande. Consequentemente, os professores podem ter dificuldade em incorporar novas práticas de ensino, como a aprendizagem baseada em investigação e baseada em Engenharia, uma vez que geralmente precisam de todas as aulas para concluir o currículo tradicional a tempo (Thibaut et al., 2018).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akman, O., & Koçoğlu, E. (2016). Investigation 8<sup>th</sup> grade students' secondary school cognitive structure about principles of ataturk thought word association test. *Journal of Education and Training Studies*, 4(11), 151-162. doi: 10.11114/jets.v4i11.1696.
- Apedoe, X., Reynolds, B., Ellefson, M., & Schunn, C. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454–465.
- Ausubel, P., Novak, D., & Hanesian, H. (1983). *Psicologia educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33(3), 134–141. doi: 10.1080/00219266.1999.9655653.
- Baptista, M., Martins, I., Conceição, T., & Reis, P. (2019), Multiple representations in the development of students' cognitive structures about the saponification reaction. *Chemistry Education Research and Practice*, 20, 760-771. doi: 10.1039/c9rp00018f.
- Bednar, A., Cunningham, D., Duffy, T., & Perry, J. (1992). Theory into practice: How do we link? In T. Duffy & D. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bell, J. (2004). *Como realizar um projecto de investigação* (3.<sup>a</sup> ed.). Lisboa: Gradiva.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369–387.

- Brown, J., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(4), 32-42. doi:10.3102/0013189X018001032.
- Brush, T., & Saye, J. (2000). *Implementation and evaluation of a student-centered learning unit: A case study. Educational Technology Research and Development*, 48(3), 79–100.
- Bryman, A. (1995). *Quatity and quality in social research*. London: Routledge
- Buck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52-58.
- Burns, R. B. (2000). *Introduction to research: Methods* (4.<sup>a</sup> ed.). London: Sage.
- Burton, D., & Bartlett, S. (2005). *Practitioner research for teachers*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Christensen, R., & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(1), 1-13.
- Cohen, L., & Manion, L. (1994). *Research methods in education* (4.<sup>a</sup> ed.). London: Routledge.
- Comissão Europeia (2015). *Analytical Highlight: focus on science, technology, engineering and mathematics (STEM) skills*. Disponível em: [https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP\\_AH\\_STEM\\_0.pdf](https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP_AH_STEM_0.pdf).
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. London: Sage publications.
- Creswell, J. W., & Tashakkori, A. (2007) Developing publishable mixed methods manuscripts. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 107-111.
- Damásio, A. (2005). *O erro de Descartes*. Mem Martins: Publicações Europa-América.

De Mórán, J. A., De Bullaude, M. E. G., & De Zamora, M. M. K. (1995). Motivación hacia la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 66- 71.

Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho.

Derman, A., & Eilks, I. (2016). Using a word association test for the assessment of high school students' cognitive structures on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 902-913.

DGE/ME (2018). Aprendizagens essenciais/Articulação com o perfil dos alunos – Físico-Química 9.º ano. Disponível em: [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens\\_Essenciais/3\\_ciclo/fisico-quimica\\_3c\\_9a.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/fisico-quimica_3c_9a.pdf).

Duffy, T., & Jonassen, D. (1991). Constructivism: New implications for instructional technology? *Educational Technology* 31(5), 7-12.

Erickson, P. (1989). Qualitative methods in research on teaching. In M. C, Wittroch (Ed), *Handbook of research on teaching*. New York, NY: Macmillan.

Fiolhais, C., Ferreira, A. J., Constantino, B., Portela, C., Braguez, F., Ventura, G., Nogueira, R., & Rodrigues, S. (2013). *Metas curriculares do 3.º ciclo do ensino básico: ciências físico-químicas*. Lisboa: MEC - Ministério da Educação e Ciência.

Furner, J., & Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3(3), 185–189.

Gago, J. M., Ziman, J., Caro, P., Constantinou, C., Davies, G., Parchmann, I., Rannikmae, M., & Sjøberg, S. (2004). *Europe Needs More Scientists: Report by the high level group on increasing human resources for science and technology*. Bruxelas: European Communities.

Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências: Sugestões para professores do ensino básico e do ensino secundário*. Lisboa: ASA.

- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar ciências, aprender ciências: o contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- Gasiewski, J. A., Eagan, M. K., Garcia, G. A., Hurtado, S., & Chang, M. J. (2012). From gatekeeping to engagement: A multicontextual, mixed method study of student academic engagement in introductory STEM courses. *Research in Higher Education*, 53(2), 229–261.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, agosto). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. *Congressional Research Service*. Disponível em <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(1), 11-29.
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W., & De Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International journal of Technology and Design Education*, 24(1), 107-120.
- Horta, H., & Heitor, M. (2012). Science and Technology in Portugal: From late awakening to the challenge of knowledge integrated communities. In G. Neave & A. Amaral (Eds.), *Higher Education in Portugal 1974–2009: A Nation, a Generation*. Dordrecht: Springer. doi: 10.1007/978-94-007-2135-7\_8.
- Hovardas, T., & Korfiatis, K. (2006). Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. *Learning and Instruction*, 16(5), 416-432.
- James, R. K., Lamb, C. E., Householder, D. L., & Bailey, M. A. (2000). Integrating science, mathematics, and technology in middle school technology-rich environments: A study of implementation and change. *School Science and Mathematics*, 100(1), 27-35.
- Johnson, P. E. (1967). Some psychological aspects of subject matter structure. *Journal of Educational Psychol*, 58(2), 75–83. doi: 10.1037/h0024465

- Johnson, P. E. (1969). On the communication of concepts in science. *Journal of Educational Psychol*, 60(1), 32–40. doi: 10.1037/h0026691
- Jonassen, D. (1991). Evaluating constructivist learning. *Educational Technology*, 31(9), 28-33.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). doi: 10.1186/s40594-016-0046-z.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461–481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>.
- Koszalka, T., Wu, Y., & Davidson, B. (2007, outubro). Instructional design issues in a cross-institutional collaboration within a distributed engineering educational environment. In T. Bastiaens & S. Carliner (Eds.), *Proceedings of E-Learn 2007-World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, 1650-1657. Disponível em <https://www.learntechlib.org/primary/p/26586/>.
- Lamb, R., Akmal, T., & Petrie, K. (2015). Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410-437.
- Martins, A., & Sampaio, A. (2005). *Livro branco da física e da química – opiniões dos alunos 2003*. Camarate: Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química.
- Matos, J. F., & Carreira, S. (1994). Estudos de caso em educação matemática, problemas actuais. *Quadrante*, 3(1), 19-52.
- Matthews, R. S. (1995). Building bridges between cooperative and collaborative learning. *Change*, 27(4), 35-40.



- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2.<sup>a</sup> ed.). Sage Publications, Inc.
- Moore, T. J., Tank, C. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of research in science teaching*, 52(3), 296-318. doi:10.1002/tea.21199.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2006 b, julho), *Bernstein as inspiring educational research: Discussing specific methodological approaches*. Comunicação apresentada no Fourth International Basil Bernstein Symposium, Universidade de Rutgers, Newark, E.U.A.
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *Research in The Journal of Educational*, 110(3), 221-223.
- Nakiboğlu C. (2008). Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 309–322.
- Nakiboğlu C. (2017). Examination 8<sup>th</sup> grade students' cognitive structures about physical and chemical changes through word association test. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)*, 7, 49-51.
- National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies.
- National Research Council. (2012a). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2012b). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington, DC: The National Academies Press.

- Olds, S., Harrell, D., & Valente, M. (2006). Get a grip! A middle school engineering challenge. *Science Scope*, 20(3), 21–25.
- Orhun, N., & Orhun, O. (s.d). The investigation of relation between attitude toward mathematics and attitude toward science of 9<sup>th</sup> grade students in eski ehir science high school according to some variables. Disponível em <http://math.unipa.it/~grim/AOrhunOrhun.PDF>.
- Osborne, J., Simone, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *Internacional Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. doi: 10.1080/0950069032000032199.
- Papanastasiou, E., & Zembylas, M. (2002). The effect of attitudes on science achievement: a study conducted among high school pupils in Cyprus. *Internacional Review of Education*, 48(6), 469-484.
- Paranhos, R., Filho, D. F., Da Rocha, E. C., Da Silva Junior, J. A., & Freitas, D. (2016). Uma introdução aos métodos mistos. *Sociologias*, 18(42), 384-411.
- Pardal, L., & Correia, E. (1995). *Métodos e Técnicas de investigação social*. Porto: Areal Editores.
- Ponte, J. P. (2005). O interaccionismo simbólico e a pesquisa sobre a nossa prática. In Bicudo. *Revista pesquisa qualitativa: sociedade de estudos e pesquisa qualitativos*, 1, 107-134.
- Pozo, J. I., & Crespo, M. A. G. (2009). *A Aprendizagem e o ensino das ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artemed.
- Punch, K.F. (1998). *Introduction to Social Research – Quantitative and Qualitative Approaches*. London: SAGE Publications.
- Rahman, M.S. (2017). The advantages and disadvantages of using qualitative and quantitative approaches and methods in language “testing and assessment” research: a literature review. *Journal of Education and Learning*, 6(1), 102-112. doi:10.5539/jel.v6n1p102.

- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., & Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 181–195.
- Roth, W., & Eijck, M. (2010). Fullness of life as minimal unit: Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) learning across the life Span. *Science Education*, 94(6), 1027-1048. doi: 10.1002/sce.2040.1
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11<sup>th</sup> grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535-547.
- Sandelowski, M., Voils, C. I., & Barroso, J. (2006). Defining and designing mixed research synthesis studies. *Research in the Schools: A Nationally Refereed Journal Sponsored by the Mid-South Educational Research Association and the University of Alabama*, 13(1), 29-40.
- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 41-66.
- Schizas D., Katrana E., & Stamou G. (2013), Introducing network analysis into science education: Methodological research examining secondary school students' understanding of 'decomposition'. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(1), 175–198.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2017). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211. Doi: 10.12973/eurasia.2017.00667a.
- Silverman, D., & Marvasti, A. (2008). *Doing qualitative research: a comprehensive guide*. Londres: Sage Publications.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34.

- Struyf, A., De Loof, H., Pauw, J., & Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407. doi:10.1080/09500693.2019.1607983.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A systematic review of instructional practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. doi: 10.20897/ejsteme/85525.
- Tuckman, B. W. (1994). *Conducting Educational Research* (4.<sup>a</sup> ed.). New York, NY: Harcourt Brace College Publishers.
- Vieira, H., Morais, C., Paiva, J. C., & Moreira, L. (2016). *Attitudes towards Physics and Chemistry: insights from a questionnaire validation with music students*. 5th International Conference New Perspectives in Science Education.
- Wells, J. G. (2016). PIRPOSAL model of integrative STEM education: Conceptual and pedagogical framework for classroom implementation. *Technology and Engineering Teacher*, 75(6), 12-19.
- Zeichner, K., & Noffke, S. (2001). Practitioner research. In V. Richardson (Ed.) *Handbook of research on teaching*. Washington, DC: AERA.

## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE A**

### **Atividade STEM**

# A Corrida de Carros de Elásticos

## Fórmula E(lástica)



No *Art Center College of Design* (em Pasadena, EUA), os alunos são convidados todos os anos a construir carros de corrida movidos a elásticos. A esta competição foi dada o nome de Fórmula E(lástica) e teve o seu início nos anos 80.



A competição é também realizada em cerca de 30 universidades na China, onde equipas de vários países competem com carros construídos com vários materiais.

<https://www.core77.com/posts/40381/Building-A-Rubber-Band-Powered-Race-for-the-Ages>



### Como funcionam?

A borracha utilizada na produção de elásticos é feita de longas cadeias de polímeros que estão, no seu estado natural, enroladas. Quando se estica um elástico, as cadeias alongam-se e quando se largam, elas têm tendência a voltar ao seu estado natural, libertando toda a energia armazenada (energia potencial) e transformando-a em energia cinética.

**3, 2, 1...**

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal Google App*, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

## **Vão mais longe...**

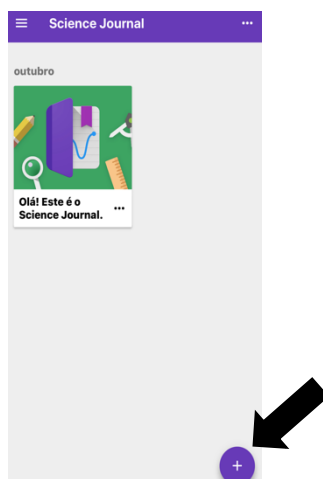
Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.



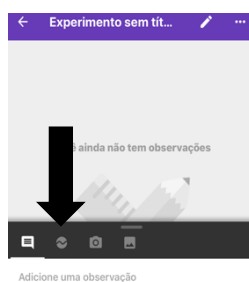
## Science Journal Google App

1- Instalem a *Science Journal Google App* no vosso telemóvel a partir da *Google Play* ou *AppStore*.

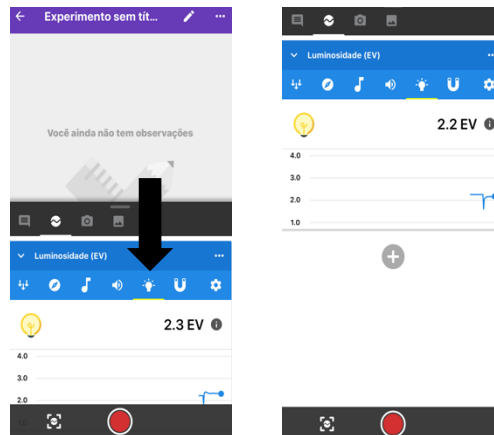
2- Abram a aplicação e cliquem no botão assinalado na imagem.



3- Cliquem no botão assinalado na imagem para terem acesso aos sensores do vosso telemóvel.



- 4- A janela com os vários sensores vai aparecer na parte inferior da aplicação. Deslizem a barra indicada para o lado, para terem acesso a todos os sensores e selecionem o sensor de luz.
- 5- Para maximizar a janela onde aparecem as medições, basta deslizar o dedo para cima, a partir da janela.
- 6- Para iniciar a gravação dos dados, clicar no botão vermelho que se encontra na parte inferior.



- 7- A experiência gravada pode ser gravada, clicando em cima do gráfico e depois em ..., na parte superior direita da aplicação.



- 8- A análise dos dados, i.e., a visualização dos valores do gráfico é feita arrastando o ponto que se encontra no eixo dos x's para as zonas do gráfico que interessam.



## **APÊNDICE B**

### **Autorização para a participação no estudo**



## Consentimento informado, livre e esclarecido

### Encarregados de Educação

**Projeto Let's GoSTEM- Abordagem STEM e sua influência nas aprendizagens de Física, interesse e motivação**

Lisboa, 28 janeiro de 2020

Exmo./a. Encarregado/a de Educação,

Na qualidade de investigadora responsável pelo projeto **Let's GoSTEM- Abordagem STEM e sua influência nas aprendizagens de Física, interesse e motivação**, financiado pela agência FCT- Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/CED-EDG/31480/2017), venho por este meio solicitar a sua autorização para recolher dados junto do seu educando.

**Objetivo do estudo:** O projeto Let's GoSTEM- Abordagem STEM e sua influência nas aprendizagens de Física, interesse e motivação<sup>1</sup> tem como objetivos avaliar o impacto de uma abordagem STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) na motivação dos alunos para aprender ciências e no seu interesse por profissões das áreas STEM, a longo prazo; e conhecer os efeitos de uma abordagem STEM do desenvolvimento do conhecimento profissional dos professores. A equipa do projeto é constituída por investigadores de várias instituições do Ensino Superior, e coordenada pela Professora Doutora Mónica Baptista, do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

**Benefícios e riscos de participar:** A participação no estudo é voluntária e a decisão de participar não terá qualquer consequência ou prejuízo a nível pessoal ou académico. Será assim pedido que assine e devolva a última página deste termo de consentimento, relativo ao seu educando, antes do início do estudo.

**Tipo de participação:** No âmbito deste projeto, será solicitado aos alunos o preenchimento de um questionário composto por cinco partes distintas, que visam: 1) a caracterização sociodemográfica do aluno; 2) as ideias dos alunos relativamente a cada uma das áreas STEM; 3) o interesse dos alunos em prosseguir carreiras relacionadas com áreas STEM; 4) as atitudes (interesse e motivação) dos alunos pelo estudo das Ciências Físico-Químicas (alunos do 3.º Ciclo) ou da Física (alunos do Ensino Secundário) e 5) a posição dos alunos relativamente à disciplina de Ciências Físico-Químicas (alunos do 3.º Ciclo) ou à disciplina de Física (alunos do Ensino Secundário). Este questionário irá ser preenchido durante uma aula de Ciências Físico-Químicas (alunos do 3.º Ciclo) ou durante uma aula de Física (alunos do Ensino Secundário).

**Procedimentos para desistir de participar no estudo:** O seu educando, ao participar no estudo pode, a qualquer momento, desistir da participação sem necessidade de justificar. Os dados recolhidos até ao momento de desistência podem ser destruídos ou apagados, se for essa a sua vontade.

**Utilização dos dados durante a investigação, a disseminação de resultados e armazenamento:** Os dados serão utilizados e disseminados com respeito pelas normas de ética na investigação desenvolvida pelas

<sup>1</sup> O Projeto Let's GoSTEM- Abordagem STEM e sua influência nas aprendizagens de Física, interesse e motivação é financiado através de fundos nacionais pela FCT- Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/CED-EDG/31480/2017)



várias instituições envolvidas no projeto. Os dados serão armazenados durante a duração do projeto, sendo posteriormente apagados ou destruídos.

**Procedimentos para salvaguardar a confidencialidade e o anonimato dos dados pessoais:** Os dados pessoais recolhidos são confidenciais, tendo acesso a estes dados apenas os membros da equipa deste projeto. Será garantido o anonimato dos participantes através do uso de um sistema de codificação aleatório, pelo que os dados pessoais dos participantes não serão divulgados em nenhuma publicação ou comunicação resultante deste estudo.

**Procedimentos para esclarecer dúvidas ou apresentar uma reclamação:** O esclarecimento de dúvidas referente ao processo de recolha de dados deve ser feito junto da coordenadora do projeto, através do email: [gostem@ie.ulisboa.pt](mailto:gostem@ie.ulisboa.pt). Em caso de reclamação deve ser contactado o Encarregado de Proteção de Dados do Instituto de Educação, Professor Doutor Carlos Ribeiro, Vice-Reitor da Universidade de Lisboa.

Após a realização do estudo, disponibilizaremos às escolas e respetivos agrupamentos um sumário com os principais resultados obtidos. Para além disso, os professores e escolas envolvidas serão convidados a participar num seminário no âmbito deste projeto, com os objetivos de disseminar os principais resultados e partilhar experiências entre as escolas participantes.

Com os melhores cumprimentos.

P'la Equipa do projeto,

Mónica Luísa Mendes Baptista  
(Investigadora Responsável)

Confirmo que li e compreendi a informação que me foi facultada sobre este estudo, datada de \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Confirmo que tive a oportunidade de refletir sobre esta informação e de esclarecer todas as minhas dúvidas.  
Aceito participar neste estudo.



---

**A PARTICIPAÇÃO NESTE ESTUDO É VOLUNTÁRIA.**

**Por favor, guarde uma cópia deste formulário de consentimento.**

**Autorização**

Declaro ter lido e compreendido este documento. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, o meu educando recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências e foi-me garantida a confidencialidade e anonimato dos dados recolhidos. Assim, como encarregado de educação, eu autorizo o/a \_\_\_\_\_ (nome do aluno) a participar no estudo descrito neste documento.

**Nome do Encarregado de Educação:** \_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **APÊNDICE C**

### **WAT**

## Word Association Test (WAT)

O WAT (Word Association Test) é um instrumento de recolha de dados que permite estudar os processos de raciocínio dos alunos uma vez que possibilita a compreensão das conexões mentais estabelecidas a partir de palavras estímulo.

Este teste é aplicado em duas fases: antes e após a introdução de um novo tópico, neste caso a Energia Cinética.

O tempo máximo para a realização do teste são **10 minutos**.

Não existem respostas certas ou erradas.

Obrigado pela colaboração!



Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Energia Cinética**.

Energia Cinética		Energia Cinética	
Energia Cinética		Energia Cinética	
Energia Cinética		Energia Cinética	
Energia Cinética		Energia Cinética	
Energia Cinética		Energia Cinética	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Energia Cinética**.

Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Energia Potencial**.

Energia Potencial		Energia Potencial	
Energia Potencial		Energia Potencial	
Energia Potencial		Energia Potencial	
Energia Potencial		Energia Potencial	
Energia Potencial		Energia Potencial	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Energia Potencial**.

Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra massa.

massa		massa	
massa		massa	
massa		massa	
massa		massa	
massa		massa	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra massa.

Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **velocidade**.

velocidade		velocidade	
velocidade		velocidade	
velocidade		velocidade	
velocidade		velocidade	
velocidade		velocidade	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **velocidade**.

Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **movimento**.

movimento		movimento	
movimento		movimento	
movimento		movimento	
movimento		movimento	
movimento		movimento	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **movimento**.

Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Força**.

Força		Força	
Força		Força	
Força		Força	
Força		Força	
Força		Força	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Força**.

Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Transferência**.

Transferência		Transferência	
Transferência		Transferência	
Transferência		Transferência	
Transferência		Transferência	
Transferência		Transferência	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Transferência**.

Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **deformação**.

deformação		deformação	
deformação		deformação	
deformação		deformação	
deformação		deformação	
deformação		deformação	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **deformação**.



Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **Transformação**.

Transformação		Transformação	
Transformação		Transformação	
Transformação		Transformação	
Transformação		Transformação	
Transformação		Transformação	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **Transformação**.

Escreve o máximo de palavras que te lembres que possam estar associadas à palavra **gravidade**.

gravidade		gravidade	
gravidade		gravidade	
gravidade		gravidade	
gravidade		gravidade	
gravidade		gravidade	

Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma frase na qual incluas a palavra que escreveste e a palavra **gravidade**.

## **APÊNDICE D**

### **Guião da entrevista em grupo focado**

## **GUIÃO DA ENTREVISTA**

### **Legitimação da entrevista**

- Elucidar sobre o trabalho que se pretende realizar
- Garantir que todas as informações prestadas serão confidenciais
- Pedir autorização para registar a entrevista em áudio

### **Dados Pessoais**

- Quantos elementos constituem o grupo?
- Qual o vosso ano de escolaridade?

### **Sobre a tarefa**

- Que desafios sentiram na construção do carro de elásticos?
- O que é que a construção do carro de elásticos permitiu que aprendessem?
- Como planearam a construção do carro de elásticos?
- Quais as maiores dificuldades sentidas na construção do carro de elásticos?
- O que mais gostaram nesta atividade?
- O que menos gostaram nesta atividade?
- Nesta atividade qual foi a etapa que mais gostaram? Porquê?
- Qual é a vossa opinião sobre este tipo de atividades (que relacionam 4 áreas STEM) realizadas nas aulas de FQ?

Obrigada pela vossa colaboração.

## **APÊNDICE E**

### **Autorização para a Entrevista**

## **AUTORIZAÇÃO PARA ENTREVISTA**

**Venho por este meio pedir autorização para realizar uma entrevista de grupo, aos alunos do grupo de trabalho do qual o seu educando faz parte.**

**A entrevista é sobre a atividade prática “Construção de carros de Elásticos” realizada no 2.º período.**

**O âmbito da entrevista é compreender os desafios, as aprendizagens, a motivação e as dificuldades dos alunos durante o processo de construção da aprendizagem.**

**Nesta entrevista não se pretende avaliar o aluno, mas sim compreender a importância de atividades STEM na Aprendizagem/ensino da Física. Vêm na continuação de um trabalho que estou a desenvolver e o qual os alunos já levaram o consentimento para participar no estudo.**

**Todas as informações prestadas serão confidenciais.**

**A entrevista será realizada em grupo através do Meet, numa data a agendar com o grupo de trabalho. Será realizada por mim, professora da disciplina. Não é necessário a recolha de imagem, apenas será gravado o áudio.**

Agradeço que me devolvam uma imagem desta parte da autorização preenchida e assinada através de email.

Autorizo que o meu educando (nome do aluno) \_\_\_\_\_ participe na entrevista de grupo.

Encarregado de Educação (nome): \_\_\_\_\_

Assinatura Encarregado de Educação: \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE F**

### **Questionário**



## **Questionário sobre carreiras, interesse e motivação dos alunos em relação a áreas STEM**

### **3.º Ciclo**

**CÓDIGO** \_\_\_\_\_

Caro aluno,

Hoje em dia, há uma grande curiosidade em conhecer qual a motivação e interesse dos alunos sobre áreas relacionadas com as Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologias. É precisamente isso que pretendemos conhecer através deste questionário. Garantimos que as tuas respostas serão lidas com muita atenção e todas as respostas são importantes. Por favor, lê com atenção todas as questões que se seguem e responde de acordo com o que sentes em relação a cada afirmação.

Não há respostas certas nem respostas erradas e, certamente, estarás de acordo com algumas afirmações e em desacordo com outras. Por favor, responde com descontração e sinceridade. Se aparecer alguma palavra menos adequada, procura entender a frase no conjunto e dá a tua melhor resposta.

As tuas respostas são completamente confidenciais e anónimas. O código no canto superior direito desta página serve apenas para associar este questionário a outro, a que irás responder daqui a alguns meses.

A qualquer momento, podes entrar em contacto connosco através do e-mail: [mbaptista@ie.ulisboa.pt](mailto:mbaptista@ie.ulisboa.pt)

Muito obrigado pela colaboração e bom ano letivo!

### **INSTRUÇÕES DO CÓDIGO**

- 1- O código que te foi fornecido é completamente aleatório e é composto por uma letra e quatro algarismos.
- 2- Quando responderes ao segundo questionário, daqui a alguns meses, vais precisar desse código novamente, por isso, é muito importante que o escrevas no teu caderno ou que guardes o papel que te foi entregue.





## PARTE I

Para efeitos de caracterização sociodemográfica, por favor indica:

1. Ano de escolaridade: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ☐ Feminino ☐ Masculino
2. Indica a tua nota no final do ano letivo anterior nas disciplinas de:  
Física e Química: \_\_\_\_\_ Ciências da Natureza: \_\_\_\_\_
3. Já reprovaste alguma vez?  
☐ Sim ☐ Não Quantas vezes? \_\_\_\_\_
4. Qual a escolaridade dos teus pais? (assinala com uma cruz a opção correta)

Mãe		Pai	
Sem instrução	<input type="checkbox"/>	Sem instrução	<input type="checkbox"/>
Ensino Básico (1º, 2º ou 3º Ciclo)	<input type="checkbox"/>	Ensino Básico (1º, 2º ou 3º Ciclo)	<input type="checkbox"/>
Ensino Secundário (até 12º ano)	<input type="checkbox"/>	Ensino Secundário (até 12º ano)	<input type="checkbox"/>
Ensino Superior (Licenciatura)	<input type="checkbox"/>	Ensino Superior (Licenciatura)	<input type="checkbox"/>
Pós-graduação	<input type="checkbox"/>	Pós-graduação	<input type="checkbox"/>

5. Como consideras o teu nível geral como aluno?  
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
6. Ordena, de acordo com a tua preferência, a área que queres seguir quando fores para a Escola Secundária (para isso, atribuí o número 1 àquela que tens mais interesse, o número 2 à tua segunda opção e por aí fora).

Área	Ordem/nº
Ciências e Tecnologia	
Ciências Socioeconómicas	
Línguas e Humanidades	
Artes Visuais	
Curso Profissional	

Se indicaste "Curso Profissional", indica qual o curso \_\_\_\_\_

## PARTE II

7. Indique até CINCO palavras ou ideias que te vêm à mente quando pensas em:

CIÊNCIA	TECNOLOGIA	ENGENHARIA	MATEMÁTICA
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>





### PARTE III- Percurso

- 1- Pedimos a tua posição em cada uma das afirmações numa escala, desde 1 (Discordo Totalmente) até 5 (Concordo Totalmente).
- 2- Responde a todas as questões embora algumas possam parecer semelhantes. À frente de cada frase, faz uma cruz no número que traduz o que sentes.

### DEFINIÇÕES

**Ciências-** representa as áreas que se centram no estudo do mundo natural. As Ciências incluem disciplinas como Biologia, Ciências Naturais, Física e Química, etc.

**Matemática-** representa a área que estuda quantidades, medidas, espaços, estatísticas, etc.

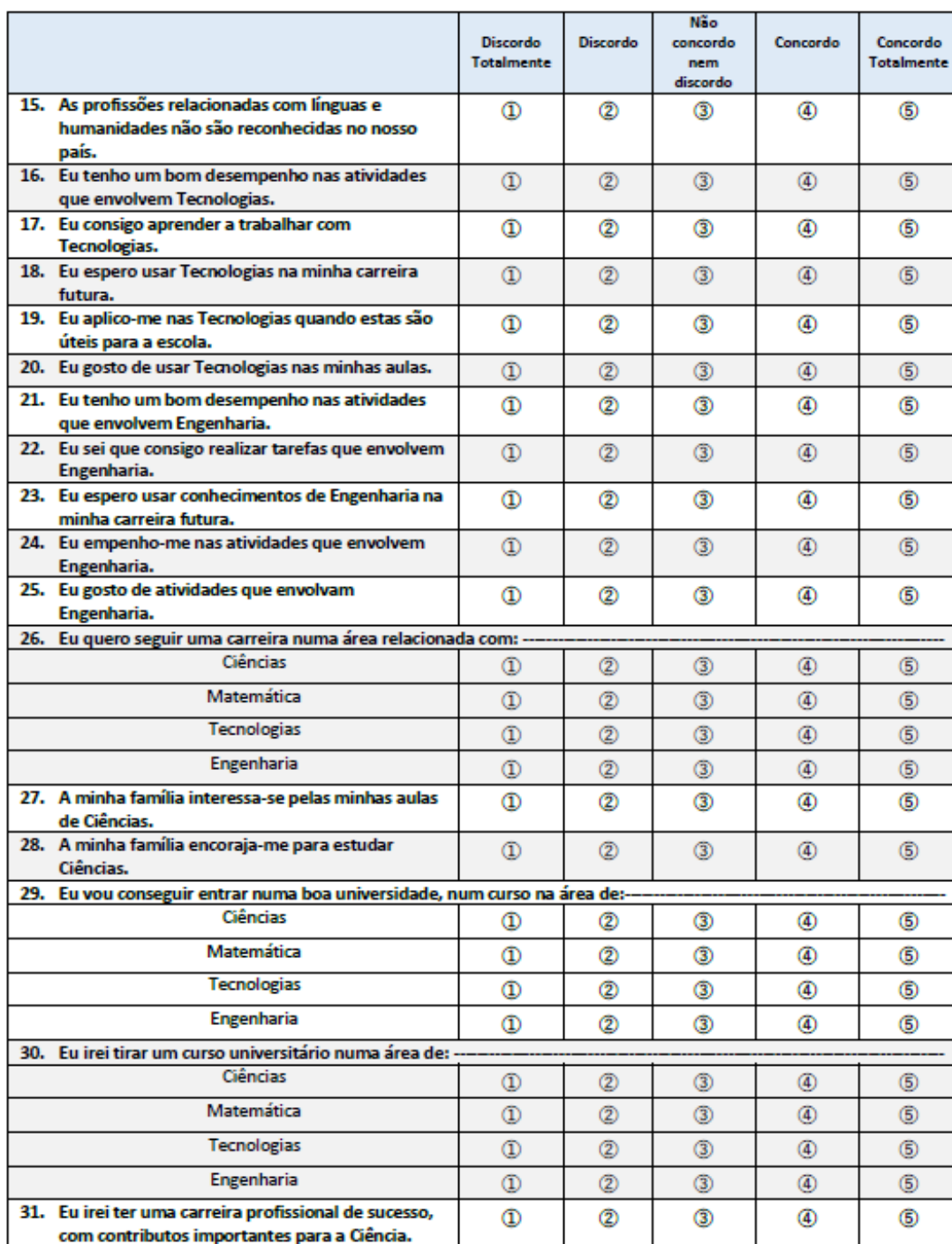
**Engenharia-** representa as áreas que aplicam o conhecimento científico com o objetivo de inventar, desenhar, construir, manter e melhorar estruturas, máquinas, aparelhos, etc.

**Tecnologias-** representa as áreas relacionadas com a informática e eletrónica, como por exemplo, computadores, telemóveis, internet, dispositivos portáteis, etc.

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
<b>1. Eu consigo ter boas notas a: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>2. Eu consigo fazer os trabalhos de casa de: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>3. Eu vou usar o que aprendo nas seguintes disciplinas na minha futura carreira: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>4. Eu tento dar o meu melhor nas aulas de: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>5. Ter sucesso nas seguintes disciplinas irá ajudar-me na minha carreira futura: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>6. A minha família gostaria que eu escolhesse uma carreira relacionada com: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤



	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
<b>7. Eu interesso-me por carreiras na área de: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>8. Eu gosto das minhas aulas de: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
<b>9. Eu admiro alguém que trabalha na área de: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>10. Eu sentir-me-ia à vontade em falar com alguém que trabalha nas áreas de: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>11. Na minha família há alguém que tem uma profissão na área de: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>12. Se eu seguir uma carreira numa das áreas que se seguem, vou ganhar bastante dinheiro: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>13. Eu vou ter mais saídas profissionais se seguir uma área relacionada com: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>14. Se eu seguir uma carreira nesta área, vou ser mais reconhecido(a) pelo meu trabalho: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤





	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
<b>32. Eu irei ter uma profissão relacionada com: -----</b>					
Ciências	①	②	③	④	⑤
Matemática	①	②	③	④	⑤
Tecnologias	①	②	③	④	⑤
Engenharia	①	②	③	④	⑤
<b>33. Uma carreira na área das Ciências iria permitir-me trabalhar em equipa.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>34. Os cientistas fazem uma grande diferença na nossa sociedade.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>35. Ter uma carreira científica seria desafiante.</b>	①	②	③	④	⑤
<b>36. Eu gostava de trabalhar com pessoas que fazem descobertas científicas.</b>	①	②	③	④	⑤

#### PARTE IV- Atitudes






- 1- Pedimos a tua posição em cada uma das afirmações numa escala, desde 1 (Discordo Totalmente) até 4 (Concordo Totalmente).
- 2- Responde a todas as questões embora algumas possam parecer semelhantes. À frente de cada frase, faz uma cruz no número que traduz o que sentes.

	Discordo Totalmente	Discordo	Concordo	Concordo Totalmente
<b>1. Divirto-me a estudar Ciências Físico-Químicas</b>	①	②	③	④
<b>2. Compreendo facilmente o que é explicado em Ciências Físico-Químicas</b>	①	②	③	④
<b>3. Consigo ter bons resultados sem dificuldade a Ciências Físico-Químicas</b>	①	②	③	④
<b>4. Nos dias em que há Ciências Físico-Químicas tenho mais vontade de ir à Escola</b>	①	②	③	④
<b>5. Penso que a disciplina de Ciências Físico-Químicas devia ser obrigatória para todos os cursos</b>	①	②	③	④
<b>6. Para mim Ciências Físico-Químicas é uma disciplina difícil</b>	①	②	③	④
<b>7. Estudar Ciências Físico-Químicas dá-me alegria</b>	①	②	③	④
<b>8. A disciplina de Ciências Físico-Químicas é importante para a minha vida</b>	①	②	③	④
<b>9. Acho que estudar Ciências Físico-Químicas é perda de tempo</b>	①	②	③	④
<b>10. A expressão "Ciências Físico-Químicas" provoca-me uma sensação desagradável</b>	①	②	③	④
<b>11. Percebo a aplicação prática das Ciências Físico-Químicas</b>	①	②	③	④
<b>12. Ir para as aulas de Ciências Físico-Químicas é agradável</b>	①	②	③	④

	Discordo Totalmente	Discordo	Concordo	Concordo Totalmente
13. Para mim é fácil ser bom/a aluno/a a Ciências Físico-Químicas	①	②	③	④
14. Sinto que resolver as atividades de Ciências Físico-Químicas é útil para a vida	①	②	③	④
15. Quando me aparece um problema de Ciências Físico-Químicas tenho vontade de desistir	①	②	③	④
16. Gosto de estudar Ciências Físico-Químicas	①	②	③	④
17. Penso que as Ciências Físico-Químicas são úteis no dia-a-dia	①	②	③	④
18. Tenho boas notas a Ciências Físico-Químicas facilmente	①	②	③	④
19. Para mim é fácil resolver problemas de Ciências Físico-Químicas	①	②	③	④
20. O meu interesse pela disciplina de Ciências Físico-Químicas vai diminuindo ao longo do tempo de escola	①	②	③	④
21. Realizo as atividades de Ciências Físico-Químicas com facilidade	①	②	③	④
22. Seria bom deixar de estudar Ciências Físico-Químicas	①	②	③	④
23. Resolver problemas de Ciências Físico-Químicas desanima-me	①	②	③	④
24. A disciplina de Ciências Físico-Químicas irrita-me	①	②	③	④
25. Estudar Ciências Físico-Químicas dá-me competência	①	②	③	④
26. Estudar Ciências Físico-Químicas tranquiliza-me	①	②	③	④

## PARTE V

Para quem consideras a disciplina de Ciências Físico-Químicas mais adequada? (assinala com uma X)

				
Só para rapaz	Mais para rapaz do que para rapariga	Para rapaz e rapariga, de igual forma	Mais para rapariga do que para rapaz	Só para rapariga

## **APÊNDICE G**

**Registos dos alunos**

**Fotografias dos protótipos construídos**





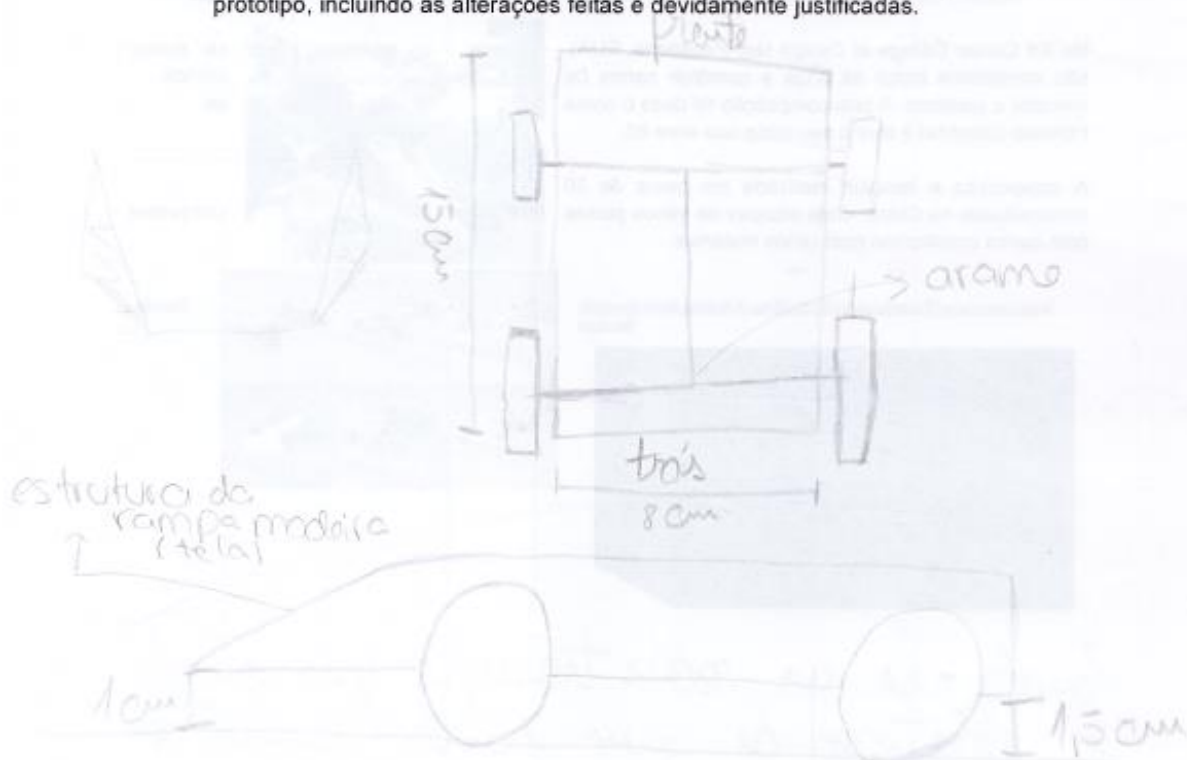
$$\frac{1,15}{4,13} = 0,28 \text{ m/s}$$

### 3, 2, 1...

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal Google App*, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.



Poster Logo

depois material  
caixa de gelado, palito de churrasco, rolha



Grupo 1





### 3, 2, 1...

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal Google App*, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.

materiais: 0,33

- bala de madeira (2)
- rodas Lego (4)
- elásticos / cola quente
- palhinhas
- pauz espetada
- pauz de gelo

rodamos as rodas para controlar os elásticos. quando soltamos as rodas o carro andou.

Velocidade

$$\frac{1,13}{3,62} = 0,3090 \text{ m/s}$$

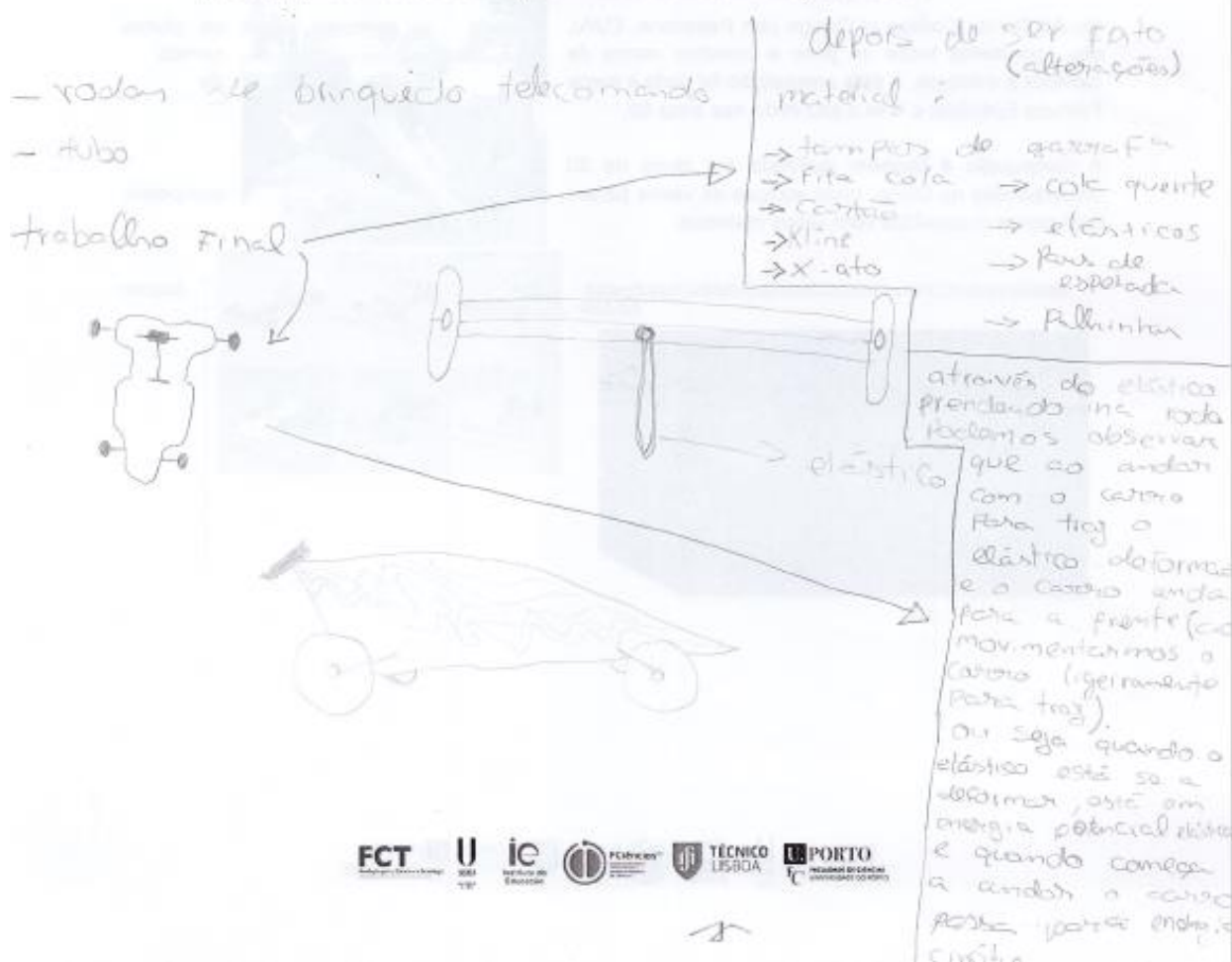


### 3, 2, 1...

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculuem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal* Google App, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.



Grupo 3

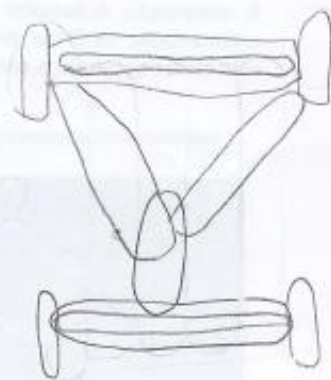
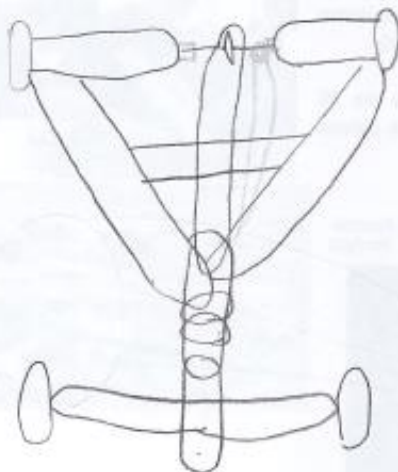


### 3, 2, 1...

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculuem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal* Google App, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.



Materiais:

Tampa garrafas  
elásticas  
Cola quente  
pauz de esparto  
espátulas  
pilha  
palhinhas

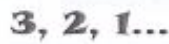
Como fazemos para andar:

Colamos um elástico nos rolos para que ele ande-se e com estas colamos no pau de esparto enfiando e ele anda

calcular a velocidade  
 $\frac{1,30m}{1,50s} = 0,85 m/s$



Grupo 4



- Vão mais longe...**

Calculo da velocidade

$$\frac{3,5}{0,64} = 5,5 \text{ m/s}$$

Alfamação:

- gorrifa
- rodas
- elásticas
- Palitos

utilizamos um genero de uma fisga para transferir a energia potencial elastica em energia cinetica na garrafa

Garroffe

Below

Polanahalli,

Tubo

File 66

Solas - 6th grade - Professora

Rotas passivamente





### 3, 2, 1...

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculuem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal* Google App, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.

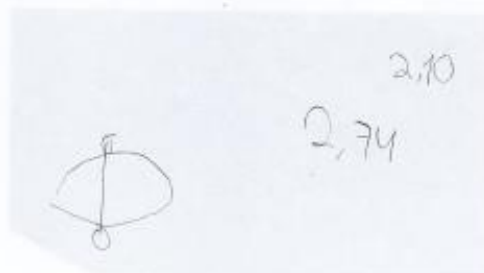
Materiais  
Necessários

- Tampas capuzinho
- anilhas
- carro anilha
- 

Para fazer com  
que o carro  
andasse esticamos  
o elástico.

Quanto mais o  
elástico estiver  
esticado maior é  
a velocidade e  
adicionamos mais  
uma maior  
distância.

$$v_m = \frac{2,10}{2,74} = 0,77 \text{ m/s}$$



elástico Tanga, Marinho  
capuzinho, Marinho  
Sob, quanto Tanga  
Toda, Tanga, Marinho  
Politos de espelhos Marinho  
Chave ou pino Tanga  
isqueto Marinho  
xato Tanga  
toda acilica Marinho

FCT

U

ie

FCiências

TÉCNICO

LISBOA

PORTO

Autarquia de Espinho

Autarquia de Espinho



### 3, 2, 1...

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculuem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal Google App*, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.

garrafa 1,5L

hinta e pino

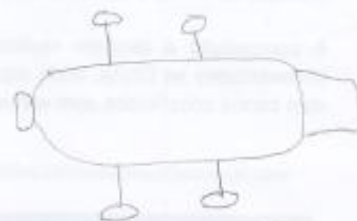
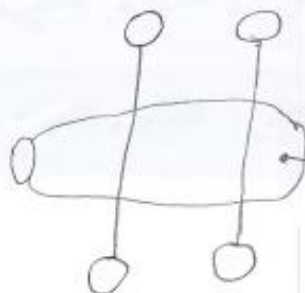
pau de espetada

cordão

marcador preto

rodas de um carro / botões

Alteração



garrafa so de  
pau de espetada  
rodas de um carro  
copo de plástico.

Nos utilizamos um elástico que ao bater no copo de plástico exerce força sobre o mesmo e faz ele andar.

$$\frac{3,20 \text{ m}}{0,47} = 6,80 \text{ m/s}$$

FCT

U

ic

FCiências

TÉCNICO

LSB3A

PORTO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Grupo 7

### 3, 2, 1...

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal* Google App, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.

gonnafeis - 4  
sigaosafa - 0,5 l  
acame  
cartão  
cola  
elástico

1ª ideia

2ª ideia

o prego prende-se ao elástico puxando o carro para trás até haver uma deformação no elástico, de seguida saltamos o carro e anda.

materiais:  
cartão  
rodas  
cola quente  
metal  
palhinhas  
madeira  
cinta

3,20

0,34  
0,3  
= 113,3

FCT U ie Kódex TÉCNICO LISBOA PORTO

Grupo 8

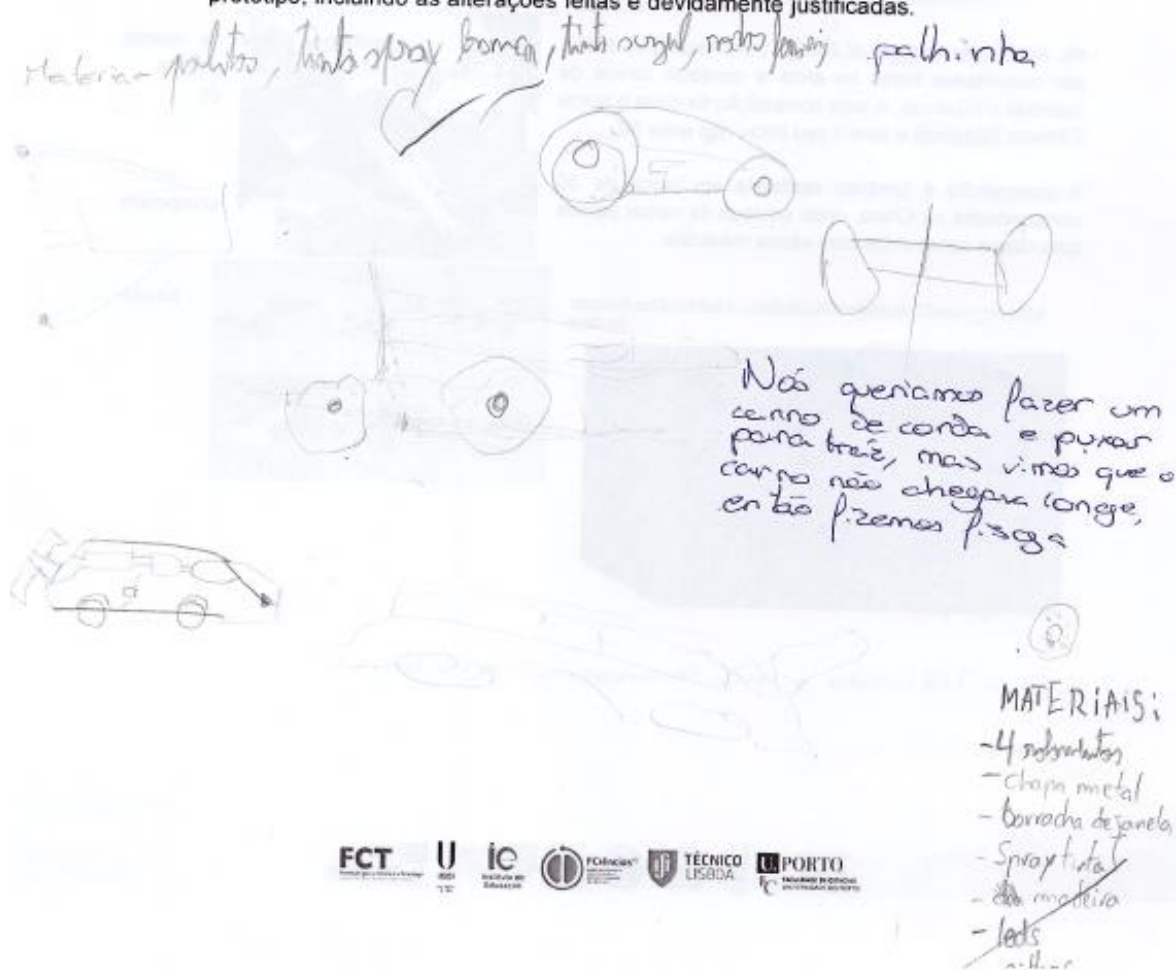


### 3, 2, 1...

- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal* Google App, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.



Grupo 9





### 3, 2, 1...

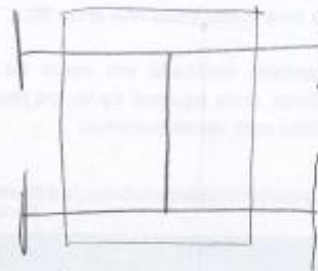
- 1- Projetem e desenhem um protótipo de carro que permita transformar energia potencial em energia cinética. Indiquem os materiais que vão utilizar.
- 2- Construam o protótipo de carro que projetaram.
- 3- Testem o vosso protótipo e alterem o que acharem necessário. (NOTA: o vosso protótipo deve conseguir deslocar-se em linha reta durante pelo menos 3 metros).
- 4- Registem as alterações que fizeram e justifiquem-nas.
- 5- Calculem a velocidade média do vosso carro através da aplicação *Science Journal Google App*, utilizando os sensores de luz do vosso telemóvel (ver Anexo).
- 6- Elejam o melhor protótipo de carro da turma.

### Vão mais longe...

Elaborem um poster ilustrativo de todas as etapas de construção do vosso protótipo, incluindo as alterações feitas e devidamente justificadas.

#### Materiais:

- Pacote de leite
- Arame (2x)
- Tampas de garrafa (4x)
- Elástico
- 
- 



#### Materiais:

Rollinhas  
Paus de churrasco  
CD's  
Tampas  
Elástico  
Caboção

0,6:

$$0,245 : 0,6 = 0,35$$

O carrinho anda porque quando enrolamos o elástico ele fica sobre pressão e quando o soltamos o elástico desenvela como está preso aos pausinhos faz eles rodarem, e como os cd's estão colados aos paus rodam também e o carro anda.

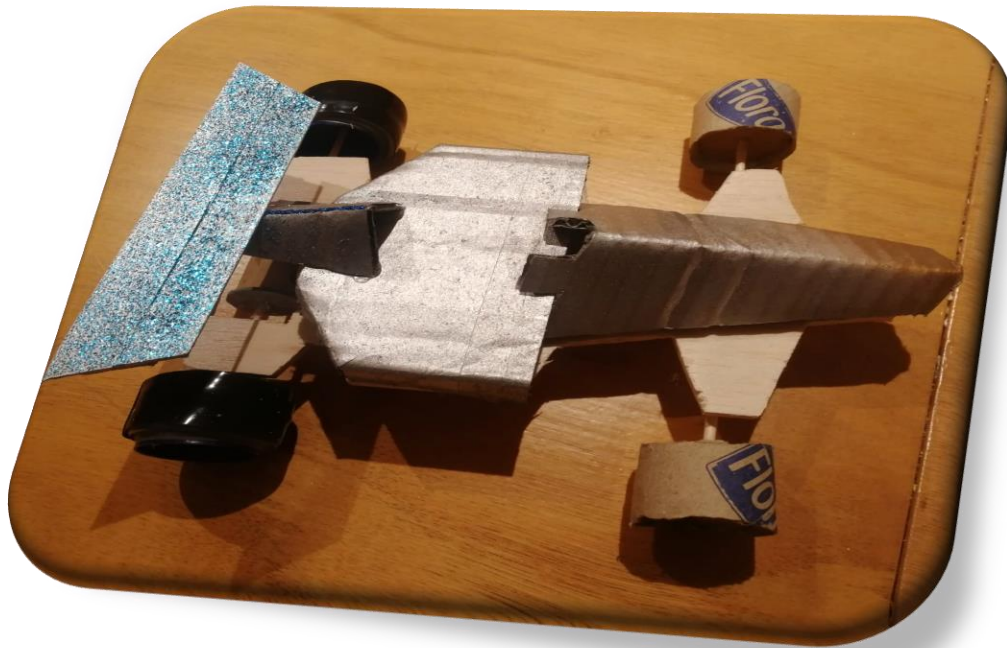




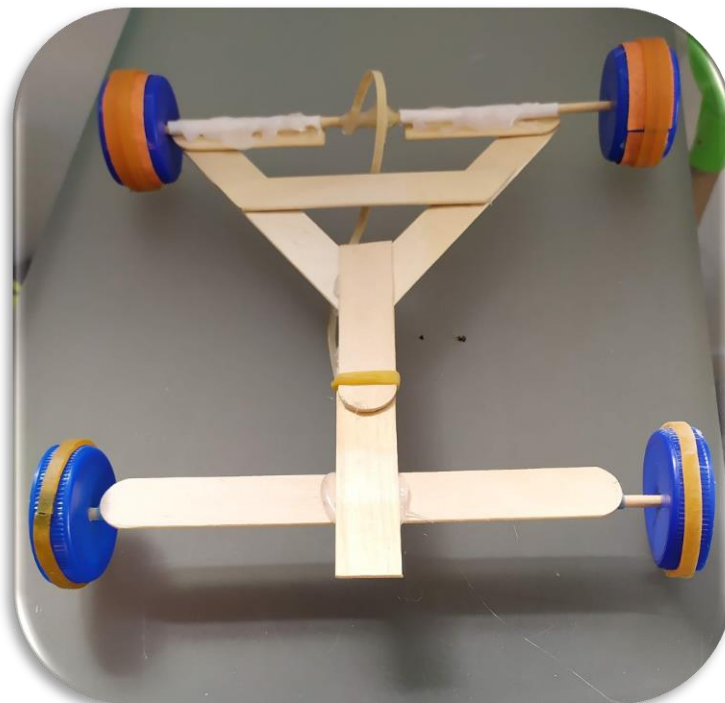
**Grupo 1**



**Grupo 2**

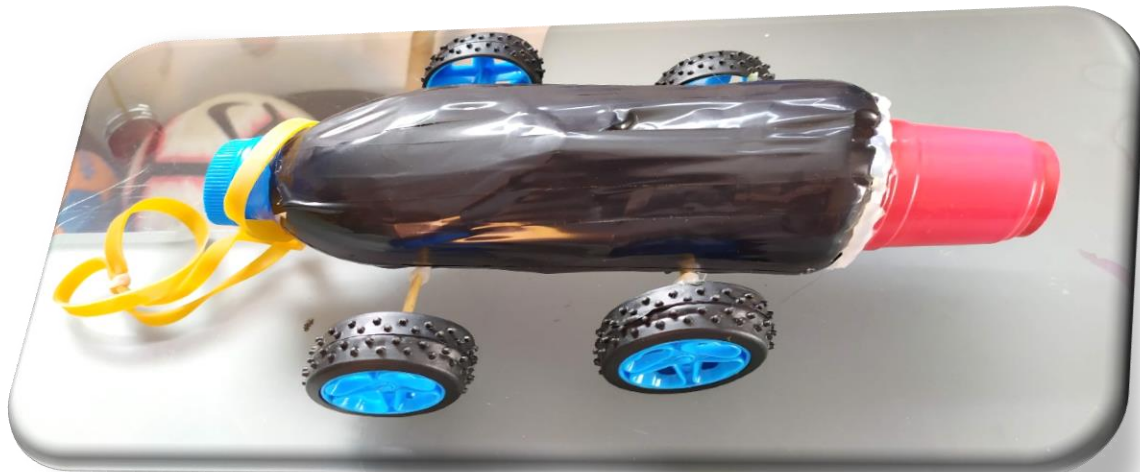


**Grupo 3**



**Grupo 4**

**Grupo 5**



**Grupo 6**





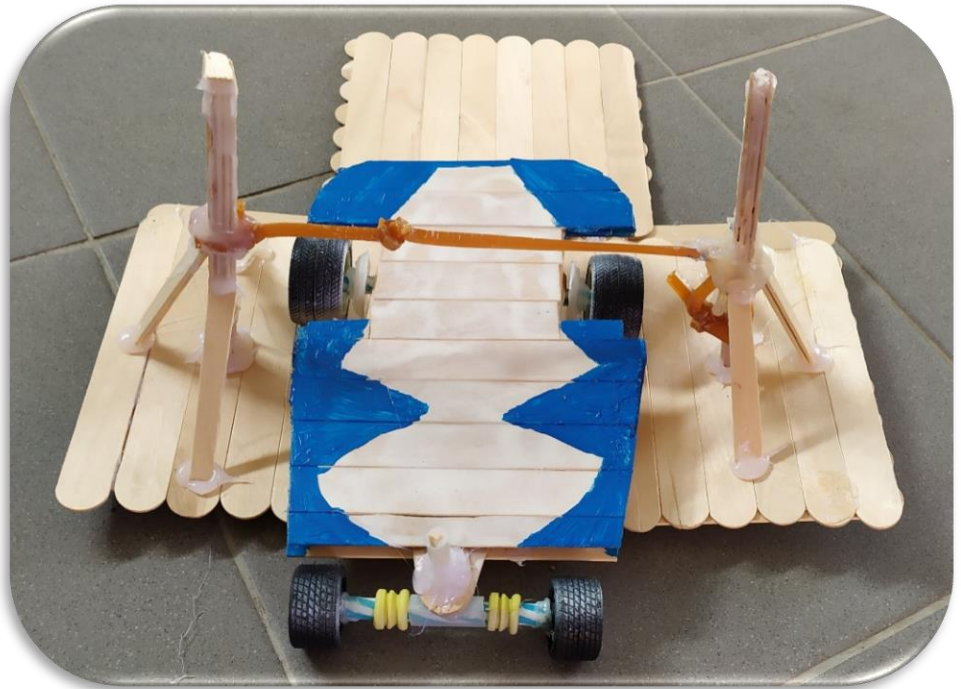


**Grupo 7**



**Grupo 8**

**Grupo 9**



**Grupo 10**

